Aus den Seminaristischen Übungen für pathologische Physiologie an der Universität in Berlin. (Leiter Professor Dr. Bickel).

# Zur Geschichte der Gerste in der menschlichen Ernährung und zur Kenntnis der Stoffwechselwirkung des Gerstenmehls.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Hellmut Schopp
Worms

Tag der Promotion:
3. 5. 1940

Buchdruckerei Theodor Kehrer - Freiburg im Breisgau - Hauptstr. 71

M 64

Dekan: Prof. Dr. K r e u z
Referent: Prof. Dr. B i c k e l
Korreferent: Prof. Dr. L o h m a n n

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Berlin

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550812_0114

Die zahlreichen heute kultivierten Gerstenformen lassen sich nach Warburg[1] und Koenicke[2] in 4 von Linné zum ersten Male zusammengestellte Gruppen zusammenfassen, die Hordeum hexastichum, Hordeum tetrastichum, Hordeum intermedium und Hordeum distichum, zu deutsch: sechs-, vierzeilige Gerste, Mittelgerste und zweizeilige Gerste genannt werden. Diese vier Gruppen unterscheiden sich durch die Ausbildung ihrer Blüten, sowie ihres Blüten- und Fruchtstandes (Schulz[3]).

Der Anbau der Gerste ist sehr alt; wahrscheinlich ist sie das älteste Kulturgetreide überhaupt. Schon in der 5. Dynastie läßt sie sich bei den Ägyptern nachweisen, doch muß ihre Kultur bedeutend älter sein, da aus der allgemein als Wildform betrachteten Gerste (Hordeum spontanum) bereits die sechs- und die vierzeilige Gerste entwickelt worden war. Hordeum spontanum ist heute in Kleinasien, Transkaukasien, Belutschistan, Südpersien, Arabien und Nordostafrika heimisch.

So wie heute, wird sie auch schon im Altertum besonders zur Bierbereitung, aber auch zum Brotbacken benutzt. Nach den Darlegungen Theophrasts und Herodots (cit. nach Hintze[4]) dienten dazu zuerst allerdings verschiedene Nymphaceenarten, wie Nymphacea lotus und caeruleus. Homer spricht von den Ägyptern als „Lotophagen" (Woenning[5]). Man mag die Körner auch geröstet und dann gekaut haben; lassen sich doch an den Mumien ganz ähnliche cariöse und abscedierende Veränderungen an den Zähnen finden, wie sie heute noch der gleichen Sitte unterworfene Negerstämme zeigen.

Schließlich aber lernte man mittels Keulen und Steinen die Körner zerstoßen und zerreiben und mit Wasser zu einem zähen Teig anzurühren, der unvergoren, zu runden oder viereckigen Fladen geformt, auf heißgemachten Steinplatten oder um mit glühenden Kohlen gefüllte Töpfe gelegt und gebacken wurde.

Wie schon erwähnt, wird die Heimat der Gerste jedoch nicht in Ägypten zu finden sein und Angaben der Hofbäckerei von Ramses III, wonach Brot aus Asien eingeführt wurde, lenken unseren Blick dorthin. In der Tat lassen die neueren Ausgrabungen in El Obeit, 6 km von der Ruinenstadt Ur, erkennen, daß bereits vor den halbgeschichtlichen Sumerern im Zweistromland ein Volk seine Blütezeit gehabt haben muß, das die Töpferei kannte, Gerste baute und in Handmühlen zu einer Grütze verrieb, nachdem in Mörsern die Körner von den Spelzen befreit worden waren. (Hintze[4]).

Vor allem aber stoßen wir hier auf Angaben über die Bereitung berauschender Getränke, die besonders in Babylon keine geringe Rolle gespielt zu haben scheinen. Hrozny[6] berichtet von Rezepten der Sumerer, die auf die Zeit um 2800 v. Chr. angesetzt werden müssen, und die so kompliziert sind, daß sie nur der Niederschlag einer sehr langen Erfahrung sein können. Das Grundelement für die Bierbereitung auch später im alten Ägypten waren Bierbrote aus Malz oder Emmer, Gewürzstoffen oder Sauerteig. Durch Mischung des Ausgangsmaterials, Nachgärung usw. konnte man bereits 19 wohlbenamte Biersorten unterscheiden. (Hintze[4]). Über Hopfenzusatz und Hopfenzüchtung in spätbabylonischer Zeit berichtet der Talmud. Auch Hefe scheint bereits verwandt worden zu sein, doch darf Zufallgärung noch nicht ausgeschlossen werden. Mit unserem heutigen Bier kann der so gewonnene Trank jedoch nur mit Vorbehalt verglichen werden. Auch noch zur Bereitung andersartiger berauschender Getränke scheint die Gerste im Altertum gedient zu haben. Xenophon traf, wie er in seiner Anabasis erzählt, auf seinem Zug durch Armenien auf Kübel mit „Gerstenwein", in denen die Gerste obenauf schwamm, und der durch Rohrhalme getrunken werden mußte. Wie weit im einzelnen dieser eben genannte antike Wein von dem aus Gerstenbrot bereiteten Bier verschieden war, entzieht sich unserer Kenntnis.

Auch in Palästina ist die Gerste das zuerst erwähnte Getreide. Die Ähren wurden am Feuer geröstet, die Streu fortgeblasen, die Körner dann gekaut und so genossen. Diese Sitte hat sich dort auf Reisen und im Krieg noch in späteren Zeiten erhalten, und noch heute gehören geröstete Körner zu den Speisen der Armen. In der babylonischen Gefangenschaft wurden die Israeliten mit der Bierbrauung bekannt gemacht, und der geringe Prozentsatz der Rückwanderer ins gelobte Land scheint nicht zuletzt auf die geschäftlichen Erfolge in Babylon, unter anderem auch in dieser neu erlernten Kunst zurückzuführen sein. Im ersten Jahrhundert n. Chr. haben es der Rabbi Huna, der Rabbi Chisda und der Rabbi Papa als jüdische Bierbrauer bereits zu Rektoren der Hochschule in Babylon gebracht. (Huber[7]).

In Griechenland und Kleinasien hat die Gerste ebenfalls eine bedeutende Rolle gespielt. Nach Herodot (cit. nach Hintze[4]) enthielt die tägliche Ration der Soldaten in Xerxes Heer 1 Choninix etwa 1,08 l Gerstenmehl; das entspricht ungefähr 0,5 kg Brot. Da von Fleisch und auch Weizenbrot nicht die Rede ist, wohl aber Xenophon in der Anabasis berichtet, daß bei einer Getreideverteuerung die Soldaten sich mit Fleisch behelfen mußten, scheint die Gerste Hauptnahrungsmittel und auch das beliebtere Nahrungsmittel gewesen zu sein. Gerstenmehl wurde zu einem einfachen Teig

(Maza) verknetet, in einer Form getrocknet und mit Wasser angefeuchtet gegessen. Auch Graupen, geröstete Körner von grüner Gerste, war ein beliebtes Gericht. Bier war den weinliebenden Griechen unbekannt.

Von Griechenland gelangte die Gerste durch Koloniengründung (6.—8. Jahrhundert v. Chr.) nach Süditalien. Die Münzen verschiedener Städte Süditaliens tragen nicht selten um diese Zeit das Bild einer Gerstenähre.

Die Wertschätzung der Gerste nahm bei den Römern schnell ab. Verächtlich werden die Gladiatoren als „hordearii = Gerstenmänner" bezeichnet. (Plinius) (S c h i e m a n n[8]). Sie war die Nahrung der Armen und Sklaven und wurde sonst vielfach als Viehfutter gebraucht. Die aus ihr durch Kochen und Zusatz von Gewürzen hergestellte Tisane war in Italien, Griechenland und Kleinasien beliebt, galt als Krankenkost und vertrat hier vielfach die Stelle des Biers. Auch als Graupen wurde Gerste gerne genossen, sodaß sogar unechte Graupen aus Afrika eingeführt (ausgeartete Form Zea), oft noch mit Sand und Gips zerstoßen, zur Fälschung benutzt wurden. Auf der iberischen Halbinsel wurde anscheinend auch Gerste angebaut; besonders aber wohl zur Bierbereitung; näheres darüber scheint nicht bekannt zu sein.

Im Norden ist die Gerste jedenfalls schon zur neolithischen Zeit zusammen mit dem Weizen ein angebautes Getreide gewesen. Nach M u c h[9], waren beide sogar schon im Paläolithikum kultiviert. Im wesentlichen wurde sie wohl damals in gerösteter Form oder als Brei genossen.

Man nimmt an, daß die Gerste bei den indogermanischen Völkern die Hauptnährfrucht schon vor der Trennung gewesen ist. Es ist jedenfalls auffallend und spricht für ihre Bedeutung, daß sich das Gerstenkorn als kleinstes Gewicht- und Längenmaß bei vielen indogermanischen Völkern findet. Als Gewicht bei den Indern, Armeniern, Griechen Römern, später bei den Niedersachsen und Angelsachsen, als Längenmaß bei den Indern, Iraniern, Griechen, Tschechen, Franzosen, Niederdeutschen, Engländern. Das „Gerstenkorn" am Auge kennen die meisten europäischen Völker.

Über die Verwendung der Gerste als Brotgetreide bei den Germanen ist wenig bekannt. Frühzeitig scheint bei ihnen der Roggen das Hauptbrotgetreide gewesen zu sein, dessen Anbau die Römer von ihnen übernommen haben. Das Capitulare de Villis Karls des Großen (cit. nach Hintze[4]), das Anweisung über die Bewirtschaftung seiner Güter enthält, befiehlt den Preis von 12 Weizen-, 15 Roggen- und 20 Gerstenbrote auf ein Denar (Kulischer[10]). Demnach stand die Gerste in keinem sehr hohen Ansehen. Sie muß jedoch im späteren

Mittelalter im mittleren Europa und nicht nur zu Notzeiten eine ziemliche Bedeutung gehabt haben, denn bei Theodor Zwinger (Theatrum botanicorum, 1696 Basel, neu herausgegeben von seinem Sohn, 1744) heißt es: „In keinem Land wird mehr Gerste gegessen als in Deutschland", und „Die Studenten werden heutigentags hordeophagi", soviel als „Gerstenfresser" genannt. (Maurizio[11]).

Vorzüglich zur Bierbrauerei wird gegenwärtig noch viel Gerste in England angebaut, mehr jedoch noch zu Futterzwecken eingeführt. Auch in Frankreich, Belgien und Holland wird viel Gerste zur Bierbrauerei und zu Futterzwecken angebaut, spielt aber auch hier als Brotgetreide keine Rolle mehr. Als solches scheint sie nur noch in Graubünden und klimatisch ähnlich gelagerten Gebieten Norwegens und Schwedens verwendet zu werden.

Der Vollständigkeit halber ist dem geschichtlichen Überblick noch hinzuzufügen, daß die Gerste in den Ostländern keine große Rolle gespielt hat. Im „shikin" (1200—600 v. Chr.) wird sie kaum erwähnt. Nur in den Grenzgebieten Chinas wie Jünan, Szechuan, Tibet bildet sie als Mehl mit Tee und Butter zusammen das Nationalgericht, die „Tsamba". Sie gedeiht als Zwerggerste und einziges Getreide auf den Höhen Südtibets gerade noch bis 3800 m, wo sie heute meist von anderen eingeführten Getreidearten ergänzt wird. Auch in Afrika findet sich Gerste nur ganz vereinzelt z. B. in Abessinien.

Das Bestreben auf allen Gebieten der Volkswirtschaft besonders aber auf dem Gebiet der Ernährung zur Autarkie zu gelangen, hat immer wieder zu Versuchen über die künstliche Herstellung der 3 wichtigsten Kalorienträger in unserer Nahrung geführt. Bisher aber hat nur die Herstellung von Kohlehydrat und zwar auch nur zur Verwendung als Tierfutter Bedeutung gewonnen. Ich erinnere hier an die Verfahren von Dr. Bergius und anderer zur Verzukkerung der Wälder. In der Praxis haben sich diese Kohlehydrate noch wenig eingeführt, insbesondere deshalb, weil sie nicht allein verfütterbar sind und einen Eiweißträger nicht entbehren können. Zusammen mit Eiweißträgern allerdings sind nach Kühl[12] solche Fütterungsversuche von „Bergiuszucker" in der pommerschen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt mit sehr befriedigendem Erfolg durchgeführt worden. Was den Eiweißträger anbetrifft, hat Hahne[13] auf eine Quelle gewiesen, die im Notfall große Mengen eines Eiweißträgers liefern könnte, nämlich die heute bei uns hauptsächlich zu Brauzwecken angebaute Gerste. 1935 hat nach Hahne[13] die deutsche Gerstenerzeugung rund $3^1/_2$ Millionen Tonnen betragen. Von 1925 bis 1935 ist sie dabei um 0,8 Millionen Tonnen gestiegen. In ihrer heutigen Verwertung als Braugerste wird aber leider das Hauptaugenmerk auf Eiweißarmut gelegt, da nach Ansicht der

Brauer eiweißreiche Gerste die Ursache trüben Bieres ist. Daß trotzdem das vorne erwähnte Anwachsen der deutschen Gerstenproduktion von 1925 bis 1935 fast vollkommen durch eiweißreiche Gerste bedingt ist, muß dadurch erklärt werden, daß diese Gerstensorten gleichzeitig höhere Erträge liefern. Es trifft dies besonders für die Wintergerste zu.

| Wintergerste: | Sommergerste: |
|---|---|
| Eiweißreich, hohe Erträge | Eiweißarm, geringe Erträge |
| 1925: 0,2 Millionen Tonnen | 1925: 2,5 Millionen Tonnen |
| 1935: 1,0 Millionen Tonnen | 1935: 2,5 Millionen Tonnen |

Mit 3,3 Millionen Tonnen Jahreserzeugung ist die deutsche Gerstenproduktion als hoch zu bezeichnen. Nach Warburg[1] steht sie nämlich unter den Produktionen aller Staaten an dritter Stelle hinter Rußland mit 11 Millionen Tonnen (1913) und den Vereinigten Staaten mit 4 Millionen Tonnen. Spanien, England und Frankreich erzeugen je zwischen 1,6 bis 1,0 Millionen Tonnen, alle übrigen Länder, auch die, bei denen Gerste das Hauptgetreide ist, erzeugen weniger als 1,0 Millionen Tonnen.

Verwendet wird Gerste heute als entbehrliches Genußmittel bei der Bier- und Kaffeersatzbereitung, dagegen auch als wertvolles menschliches und tierisches Nahrungsmittel. Je nach der Größe der physikalischen Zerkleinerung unterscheidet man als wichtigste Gerstenprodukte Malz, Schrot, Grütze, Gries, Graupen, Flocken, Mehl und als Nebenprodukte allein für die Tierfütterung Gerstenkleie, Gerstengraupen, Treber und Malzkeimlinge (Buchka[16]).

Nach Moeller[14] ist das wichtigste Gerstenprodukt das Malz. Malz sind in die Keimung eingetretene Gerstenkörner, bei denen die weitere Keimung durch so hohe Hitzeeinwirkung gestört wird, daß die Gerstenkörner zu Grunde gehen. Das meiste Malz wandert in die Bierbrauereien, die die Gerstenerzeugung bestimmen. Geröstetes Malz findet als Kaffee-Ersatz und Fälschungsmittel Verwendung. Unter den Begriff Malzkaffee fällt aber auch ungekeimte geröstete Gerste. Malz dient durch sein diastatisches Ferment auch als Backmittel (Solafarin, Diamalt) und als Kindernahrung (Dr. Wanders Ovomaltine und Malzextrakt) nach Neumann[17].

Gerstenschrot ist ein Mehl, das aus den grobgereinigten, ungeschälten Körnern gewonnen wird. Gerstenschrot findet sich gelegentlich als Zusatz im Knäckebrot, neben Hafer. (Neumann[17]). Es ist ein ursprünglich schwedisches Vollkorngebäck, das aber auch vereinzelt in Deutschland hergestellt wird (Dr. Kraft, Magdeburg) und hier aus Vollkorn-Roggenmehl besteht. Der mit Hefe schwach angegärte Schrotteig wird in gleicher Weise wie eine Nudelmasse dünn ausgewälzt, in runde oder viereckige Scheiben geformt, mit Löchern

gemustert, schnell abgebacken und in Trockenräumen ausgedörrt. Das Knäckebrot ist ein Vollkorndauergebäck. Es ist trocken wie Zwieback und fast unbegrenzt haltbar.

Graupen nennt man die geschälten und gerundeten Gerstenkörner (Perlgraupe, Rollgerste). Sie bestehen aus dem Endosperm und der mehrreihigen Aleuronenschicht (siehe später) sowie unvermeidbaren Schalenbestandteilen und dünnwandigen Granen, die sich in den Furchen finden. Graupen werden meist poliert, das heißt in Mehl gerollt. Sie werden deshalb leicht von Milben befallen.

Gerstengrütze besteht aus geschälten und gebrochenen Körnern. Gerstenflocken sind geschälte und gequetschte Früchte.

Gerstenmehl dient, wie schon erwähnt wurde, nur noch in einigen Gegenden zum Brotbacken, da es weniger gut als Weizen- oder Roggenbrot schmeckt. Gelegentlich dient Gerstenmehl zur Herstellung von Kindermehlen. Es wird meist aus zerkleinerter Perl- oder Rollgerste gewonnen.

Für das Verständnis des Nährgehaltes der einzelnen Gerstenprodukte ist die Kenntnis des morphologischen Aufbaues der Gerste sehr wichtig, da die Verteilung der Nährstoffe im Gerstenkorn keineswegs gleichmäßig ist, und die verschiedenen Mahlprozesse verschiedene Schichten des Kornes erfassen. Moeller[14] zeigt in seinem Werk mehrere Abbildungen, aus denen vor allem die innige Verwachsung der Samenhaut ersichtlich ist, sodaß nach Abderhalden[15a] selbst bei besten Mehlsorten sich immer noch Spelzenreste mikroskopisch nachweisen lassen. König[18], Abderhalden[15] sowie Moeller[14] unterscheiden bei der Beschreibung zwischen dem eigentlichen Gerstenkorn und den es einhüllenden Spelzen. Für die Deckspelze sind 5 Rippen (nach Buchka[16] nur 3 Rippen) charakteristisch, deren mittlere sich in eine lange beim Drusch abfallende Grane verlängert. Das Gerstenkorn selbst ist spindelförmig, auf der Bauchseite wie Roggen und Weizen gefurcht und zeigt auf der Rückseite eine Vertiefung, die die Lage des Embryos angibt. Die unbespelzte oder nackte Gerste hat dieselbe Kernform und unterscheidet sich von den anderen Getreidekörnern, namentlich Weizen, durch den kahlen Scheitel. Die Oberfläche ist bräunlich oder rötlich-gelb oder infolge des in die Kleberzellen eingelagerten Farbstoffes graublau oder schwarzblau. Nackte Gerste wird fast nur noch in Galizien gebaut.

Die von den Spelzen befreiten Körner haben eine Länge von etwa 7 mm und eine größte Breite von 3,5 mm. Die Spelzen bestehen aus einer äußeren und inneren Epidermis und dem darunterliegenden Hypoderm. In der äußeren Epidermis finden sich kieselsäurehaltige einfache und Zwillingskurzzellen mit welligen, stark verdickten

Wänden. Die innere Epidermis besteht aus dünnwandigen, gestreckten Zellen mit kurzen, zugespitzten Haaren und Spaltöffnungen. Das Hypoderm wird aus mehreren Lagen dickwandiger, gestreckter Zellen, getüpfelten Fasern und einem Schwammparenchym mit etwa rechteckigen dünnwandigen Zellen mit eigenartig gefalteten Wänden und runden bis eliptischen oder unregelmäßigen Interzellularen zwischen den Falten gebildet. (Moeller[14]). Unter den Spelzen liegt fest mit ihnen verbunden die Fruchtschale des Kernes, die bei spelzenloser Gerste besonders stark entwickelt ist. (Abderhalden[15a]). Sie ist in zwei Lagen angeordnet, nämlich den wenig verdickten Oberhautzellen und der Querzellenschicht, die von zwei bis drei Lagen ungetüpfelter, dünnwandiger Zellen mit großen Interzellularen gebildet wird, die meist 60—100 $\mu$ lang und 10—25 $\mu$ breit sind. Am Scheitel kommen zwischen den Oberhautzellen, an der Basis erweiterte, dünnwandige, einzellige Haare vor. Nach innen folgt auf die Samenschale die charakteristische Aleuronenschicht mit zwei bis vier Lagen in radialen Reihen übereinander stehender, meist fast quadratischer Zellen.

Hier und in dem folgenden Zentrum lagert, wie auch Beythien[19] bestätigt, die Stärke in Körnchenform, die der des Roggens und Weizens sehr ähnelt. Die Durchmesser dieser entweder sehr kleinen oder sehr großen Körner schwanken zwischen 20—30 $\mu$ (Buchka[16]). Ihre Form ist meistens eliptisch, knollen- oder nierenförmig, selten rund. Zuweilen ist eine Kernspalte oder Schichtung erkennbar. Zwischen den Stärkekörnern befinden sich ähnlich wie beim Weizen Klebermassen. (Abderhalden[15a]).

Die Aleuronen- oder Kleberschicht erscheint gelblich-grau, zuweilen bläulich; das Endosperm oder der Mehlkörper wird durch große, wabige, dünnwandige Zellen gebildet.

Bei keiner Getreidefrucht wird bei der Bewertung soviel Gewicht auf die Beschaffenheit des Querschnittes gelegt, wie bei der Gerste. Ist es doch möglich, nach ihm den für den Brauer sehr wichtigen Eiweißgehalt zu schätzen. Bei der Bierbereitung strebt man im allgemeinen nach Eiweißarmut und mehligem Kern.

Allerdings haben sich schon lange namhafte Brauer (Prior[20]) gegen die einseitige Verwendung stickstoffarmer Gersten gewandt. Priors Annahme, daß das Eiweiß nur Ausdruck mangelnder Lockerung sei, findet sich in folgendem bestätigt. Horace[21] definiert ein mehliges Korn als ein Korn, welches eine kreidige, staubartige Schnittfläche zeigt. Glasig ist das Korn, wenn die Schnittfläche hornig und durchscheinend ist. Zwischen beiden Extremen gibt es Übergangsstufen. Nach Horace hat Johannsen[22] versucht, den physikalischen Unterschied zwischen mehligen und glasigen Körnern zu erforschen. Er fand:

1. Die Mehligkeit ist stets durch Luftzwischenräume im Endosperm bedingt, die bei glasigen Körnern fehlen; letztere haben deshalb auch ein höheres spezifisches Gewicht.
2. Der Gesamtstickstoffgehalt der mehligen Körner ist geringer als bei den glasigen.
3. Glasige Körner enthalten einen verhältnismäßig hohen Gehalt an löslichen Stickstoffsubstanzen in
   a) 5% Salzsäure,
   b) Alkohol von spezifischem Gewicht 0,90.
4. Mehlige Gerste ist leichter aufzulockern und bietet deshalb der Zytase, die die Auflösung des Endosperms bewirkt, eine größere Angriffsfläche, sodaß beim Mälzen mehr Stärke in Zucker gewandelt werden kann.

Um Beziehungen zwischen Mehligkeit, Glasigkeit und dem spezifischen Gewicht der Gerste zu finden, schnitt Horace[21] in einer mechanischen Schneidemaschine mehrere tausend Körner in zwei Hälften und sammelte nun je etwa 500 mehlige und 500 glasige Hälften. Zur Volumenbestimmung fügte er zu dieser gewogenen Menge in einem Meßzylinder eine bestimmte Toluolmenge und konnte also aus Gesamtgewicht und Volumen das spezifische Gewicht bestimmen. Das so bestimmte Volumen schließt die im Endosperm enthaltene Luft ein. Die Luft, die zwischen den Körnern liegt, kann durch Schütteln rasch und vollständig entfernt werden.

Um mikroskopische Unterschiede zu finden, ist jedoch nach Horace[21] folgende Schnittechnik notwendig. Schneidet man nämlich in der üblichen Weise von einer Kornhälfte mikroskopisch dünne Scheibchen ab, so findet man, was die luftgefüllten Zwischenräume im Endosperm anbelangt, keinen Unterschied zwischen glasigen und mehligen Körnern, da vermutlich das Endosperm in einem Zustand eines beträchtlichen Elastizitätsdruckes die einzelnen stärkeführenden Zellen und die Interzellularen auseinander treibt. Die nämliche Beobachtung kann gemacht werden, wenn Schnitte unter Wasser, Glycerin oder Toluol vorgenommen werden.

Wird dagegen ein dicker Gerstenkornquerschnitt auf einer Glasplatte angekittet, und dann mit dem Messer solange beschnitten, bis der an dem Glase haftende Schnitt genügend dünn für die Beobachtung ist, so ergeben sich nachfolgende Unterschiede. Die stärkeführenden Zellen glasiger Gerste sind größtenteils aus einer homogenen, meist ganz durchsichtigen Masse aufgebaut und zeigen keine optische Verschiedenheit, abgesehen von einer vielleicht zufälligen dunklen Linie, die hier und da ein Stärkekorn einschließt. Der Rückstand der mehligen Körner enthält jedes der Stärkekörnchen wie in einem Sack liegend, der es von der umgebenen Substanz in ähnlicher Weise

trennt, wie ein Fruchtkern von seiner Schale getrennt ist. Bei sorgfältiger Beobachtung der Wände der stärkeführenden Zellen ist noch ein anderes Untersuchungsmerkmal zwischen den glasigen und mehligen Körnern erkennbar. Bei dem mehligen Endosperm kann man eine durch die Mitte der Zellwand sich hinziehende und mit der mittleren Scheibe korrespondierende, schmale dunkle Linie beobachten, die durch einen dünnen Luftfaden verursacht wird, der beim Reifungsprozeß entweder in der Weise entstanden ist, daß die mittlere Scheibe gelöst wurde, oder — und das ist das wahrscheinlichere — daß durch Druck während des Trocknens dies die Grenzlinie des letzten Widerstandes darstellt. Ein Endosperm von derartigem Aussehen kann in ein feines Pulver überführt werden, das aus isolierten oder einfachen Gruppen von stärkeführenden Zellen besteht.

Keine dieser Erscheinungen kann man bei den ganz glasigen Körnern beobachten. Bei den teilweise mehligen oder glasigen Körnern sind dieselben nur bei den mehligen Anteilen zu sehen. Die Schlußfolgerung, welche man aus diesen mikroskopischen Beobachtungen ziehen kann, geht dahin, daß die Ursache des mehligen Aussehens des Gerstenendosperms in der Bildung von Zwischenräumen rings um den Zellinhalt und in der Zellwand selbst liegt.

Die Zwischenräume sind unter gewöhnlichen Verhältnissen mit Luft gefüllt, aber sie können auch ebensogut unter Umständen gebildet werden, bei welchen dieselben teilweise oder ganz luftleer sind. Sie scheinen durch ein System von Druck und Spannung im Endosperm hervorgebracht zu werden unter allmählichem Wasserverlust, dann, wenn die Anziehungskräfte der unterschiedlichen Teile des Zellinhaltes unter eine gewisse Grenze fallen.

Plötzliche Ungleichmäßigkeit des Zellinhaltes kann eintreten, wenn die Elastizitätsgrenze des Protoplasmas, in welches die Stärkekörnchen eingebettet sind, überschritten wurde, was dahin auszulegen wäre, daß Zellen mit einem größeren Gehalt an Proteinsubstanzen wahrscheinlich dem inneren Druck besser widerstehen würden. Diese Schlußfolgerung stimmt mit der Tatsache überein, daß glasige Körner stickstoffreicher als die mehligen sind.

Trotzdem gelingt es rein physikalisch glasige Gerste in eine mehlige Gerste überzuführen, die sich von ursprünglich mehliger Gerste unter dem Mikroskop nicht unterscheidet. Um den Grad der Mehligkeit einer Gerste zu bestimmen und das Resultat, welches wir als „Mehligkeitskoeffizienten" bezeichnen, durch eine Zahl auszudrükken, verfährt man folgendermaßen: 500 Körner der zu prüfenden Gerste werden mit dem Kornprüfer geschnitten und in mehlige, halbmehlige und glasige unterschieden. Der Prozentsatz jeder einzelnen Art in der Probe wird notiert. Der Zahlenausdruck für

vollständig mehlige Körner ist 100, für glasige 1 und für halbglasige 50. Der Mehligkeitskoeffizient ist somit die Summe einer jeden Sorte, multipliziert mit dem speziellen Wert und dividiert durch 100. So ist z. B. bei 40% der ersten, 30% der zweiten und 30% der dritten Sorte der Mehligkeitskoeffizient dieser Probe

$$\frac{40 \cdot 100 + 30 \cdot 50 + 30 \cdot 1}{100} = 55{,}3$$

Die Methode gibt sehr gute übereinstimmende Werte bei demselben Beobachter. In den folgenden Versuchen wurde der Mehligkeitskoeffizient bestimmt, die Gerstenprobe sodann während 69 Stunden bei 47 Grad Celsius getrocknet. In dieser Probe wurde der Mehligkeitskoeffizient mehrmals bestimmt. Die untersuchte Gerste war eine schottische Chevaliergerste und sehr glasig. Die Versuche wurden doppelt ausgeführt und ergaben folgende Resultate:

| | Mehligkeitskoeffizient | |
|---|---|---|
| | vor der Bhdlg. | nach der Bhdlg. |
| | 28,8 | 86,8 |
| | 30,7 | 87,4 |
| Mittel | 29,7 | 87,1 |

Wie man sieht, findet eine überraschende Zunahme der Mehligkeit durch bloßes Weichen und Trocknen statt und gleichzeitig eine Abnahme im spezifischen Gewicht von 1,417 vor, auf 1,289 nach dem Weichen. Bei einer Reihe ähnlicher Versuche von ungefähr 19 Gerstenproben verschiedenster Herkunft war der durchschnittliche Mehligkeitskoeffizient vor der Behandlung 52 und stieg auf 76.

Verfolgt man den Vorgang mikroskopisch, so zeigt sich interessanterweise, daß die ersten Anzeigen gewöhnlich in der Furche zu sehen sind, von wo aus eine symmetrische Ausbreitung zur Peripherie stattfindet. Gelegentlich gibt es Ausnahmen, daß die eine Seite des Endosperms schneller ein mehliges Aussehen als die andere erreicht. Andererseits geht die Veränderung von manchen Punkten nahe an der Peripherie oder von der Furche aus, und gelegentlich zeigt eine gesprengelte Schnittfläche auch den gleichzeitigen Ausgang von mehreren Punkten an.

Der Mehligkeitsgrad ist von der Trocknungsdauer abhängig. Wird z. B. eine Gerstenprobe während 20 Stunden geweicht und dann bei 43 Grad 60 Minuten getrocknet, so wird die Mehligkeitszunahme geringer, als wenn die Probe langsam an der Luft drei bis vier Tage und schließlich in einem Wasserbad langsam steigend bei 29—35 Grad ungefähr je zwei Tage trocknet. Etwaiges Keimen hält man während dieser langsamen Trocknungsdauer durch vor-

heriges Einweichen in Chloroformwasser hintenan. Der Unterschied zwischen rascher Trocknung (sofortiges Erhitzen auf 43 Grad) und langsamer Trocknung (die oben erwähnte) ist augenscheinlich:

| Irische Chevaliergerste | Mehligkeitskoeffizient |
|---|---|
| a) vor der Behandlung | 42,2 |
| b) geweicht und rasch getrocknet | 53,3 |
| c) geweicht und langsam getrocknet | 80,2 |

| Schottische Chevaliergerste | Mehligkeitskoeffizient |
|---|---|
| a) vor der Behandlung | 46,1 |
| b) geweicht und rasch getrocknet | 84,5 |
| c) geweicht und langsam getrocknet | 91,0 |

Chemisch enthält die Gerste nach Abderhalden[15b] (206 Proben des Jahres 1934).

| Analyt. Substanz | Trock. Substanz | |
|---|---|---|
| 12,95% | | Wasser |
| 9,68% | 11,12% | Eiweiß (Stickstoffhaltige Verbindungen, Grenzwerte 7—15%). |
| 1,96% | 2,25% | Fett. |
| 68,51% | 78,75% | Stickstoffreie Kohlenstoffverbindung (Kohlehydrate). |
| 4,40% | 5,16% | Rohfaser |
| 2,50% | 2,87% | Salze (Haupts. Si $O_2$, $Na_2O$, $SO_3$ und $Fe_2O_3$). |

Diese Werte stimmen genau mit denen überein, die König[18] bereits 1903 als Mittelwert für eine größere Zahl untersuchter Länder angegeben hat. Seine Angaben zeigen, daß nicht nur die einzelnen Gerstenarten, sondern auch ihre Herkunft und Anbauverhältnisse, also Klima, Boden- und Wasserverhältnisse wesentliche Verschiedenheiten in der Zusammensetzung bedingen (Kießling[23]).

Seidel[25] hat für die Oberhaut des Getreides im Mittel folgende Werte festgestellt:

8,06% Eiweiß
1,85% Fett
0,00% Stärke
15,62% Rohfaser } 87,47%
71,85% Cellulose }
2,62% Salze.

Über die wichtigsten chemischen Bausteine der Gerste hat Klein[26] viel zusammengetragen. Leider verfügen wir noch über fast keine quantitativen Untersuchungen.

An ätherischen Ölen ist enthalten das Cumarin ($C_9 H_6 O_2$) (Bd. III, S. 659). An Hemicellulose das hauptsächlich in der Schale vorkommende Xylan (etwa 3 g in 500 g Mehl = 0,6%).

Der N in der Gerste ist fast ausschließlich in Form hochmolekularer Eiweißverbindungen vorhanden (Leberle und Luers[27]). Es findet sich jedoch auch ein wichtiges Alkaloid.

Leger[28], der auf den Versuchen Roux's aufbaute, stellte fest, daß sich in 1000 Teilen trockener Malzkörner 2,2—5 Teile Hordenin, eines in Chloroform, Äther, Alkohol und weniger in Benzol löslichen Alkaloid's befinden. Es ist Phenyl-dimethyl-äthylamin ($C_{10} H_{15} NO$) also ein Ephedrinhomologes von ähnlich blutdrucksteigender Wirkung wie das Adrenalin. Der Blutzucker wird durch Hordenin nicht beeinflußt (Rietschel[29]). Die wichtigsten Eiweißbausteine und Aminosäueren sind:

| | | |
|---|---|---|
| Histidin | ($C_6 H_9 O_2 N_3$) | $\beta$-Imidazol-$\alpha$-aminopropionsäuere; |
| Tryptophan | ($C_{11} H_{12} O_2 N_2$) | $\beta$-Indol-$\alpha$-aminopropionsäuere. |
| Asparagin | $C_4 H_8 O_3 N_2$ | |
| Harnstoff | $C O (NH_2)_2$ | |
| Cholin | $C_6 H_{15} NO_2$ | (Trimethyl-oxyäthyl-amonium-hydrxyd.) |

Prolamine wie Hordein (Hauptbestandteil der Eiweißstoffe des Gerstenmehls) finden sich hauptsächlich im Endosperm.

Die Verteilung der Proteine, die auch Jalowetz[30] mit einer Gesamtmenge von 11,69% angibt (Hannargerste des Jahrgs. 1903), ergibt sich aus den von ihm unternommenen Schnittversuchen. Werden die Körner mittels Messer in 3 Teile geschnitten, so findet man:

| | Wasser | Stickstoff | N in Trockensubstanz |
|---|---|---|---|
| Oberes Ende | 12,55% | 5,32% | 17,75% |
| Mitte | 19,90% | 3,23% | 11,19% |
| Unteres Ende | 13,52% | 4,31% | 14,44% |

Die gefundenen Werte, welche sich auf das Korn mit Endosperm und Spelzen beziehen, zeigen, daß die Verteilung der Stickstoffsubstanz eine sehr ungleichmäßige ist, und daß in den beiden Endteilen wesentlich mehr Stickstoff als in der Mitte enthalten ist, und daß das obere Gerstenende stickstoffreicher als das untere ist. Für den Brauer ergibt sich daraus leicht die Erklärung der Ursache über die verschieden weitgehende Auflösung in den einzelnen Teilen des Gerstenkorns beim Mälzen. Die Spitzenglasigkeit ist also Folge des erhöhten Stickstoffgehaltes in den beiden Gerstenenden, die leichte Aufschließbarkeit der stickstoffarmen Gerste bei der Bierbereitung ist schon früher erwähnt worden.

Lindner versuchte noch genauere Angaben über den Sitz des Eiweißes im Getreidekorn zu erhalten, er benutzte dazu die von Pepper[31] angegebene Methode und färbte Gerstenquerschnitte mit Pappenheim'scher Triacidlösung. Er fand, daß die Schicht unterhalb der Aleuronenschicht, also da, wo man das sogenannte Reserveeiweiß vermutet, sich am intensivsten rot färbt, während die Stärkekörner hell bleiben. Die Aleuronenschicht selbst, so fügte er als auffällige Tatsache hinzu, verhält sich außerordentlich indifferent. Es gibt also auch diese Methode keine exakte Auskunft. Außerdem ist die Quantität des darstellbaren Eiweißes bei der Querschnittmethode nur sehr ungenau zu schätzen, besonders, wenn wir die Schnittversuche Jalowetz[30] berücksichtigen, aus denen die ungleichmäßige Verteilung des Eiweißes in der Längsachse des Kornes ersichtlich ist. Lindner verbesserte diesen Übelstand seiner Methode zwar dahin, daß er das Korn mahlt, und den Ausstrich des Mehles färbt. Doch muß er damit die weniger genaue Bestimmung von Farbunterschieden der verschiedenen zu untersuchenden Mehle, gegenüber der leichter zu bestimmenden Schichtdicke des Untersuchungsmaterials in Kauf nehmen.

Das Fett des Gerstenkorns ist fest und weißgelb. Es enthält 13,6% freie Fettsäure, 6,1% Phytosterin und 4,2% Lecithin. 86% der Fette sind flüssig (Täufel[32]). An aliphatischen Carbonsäuren sind nach Klein[26] folgende gefunden worden:

| | | |
|---|---|---|
| Laurinsäure (in Form eines Clycerid's) | | |
| Malonsäure | | |
| Bernsteinsäure | Ölsäure | 26,50% |
| Tricarballylsäure | Linolsäure | 43,70% |
| Aconitinsäure | Linolensäure | 0,44% |
| Milchsäure | Palmitinsäure | 7,40% |
| Äpfelsäure | Stearinsäure | 5,40% |
| Citronensäure | | |
| unverseifbare Fette | | 5,40% |

Zu den Phytosterinen zählt besonders das Dihydrosterin neben Lecithin und anderen Phosphatiten.

An Sterinen findet sich Schistosterin als Schistosterinpalmitat (in Keimen der Gerste).

Von den Kohlehydraten entfallen nach König[18] auf die Trockensubstanz des Gerstenkorns berechnet:

| | | |
|---|---|---|
| | 67,75% | auf Stärke, |
| | 1,76% | auf Zucker, |
| | 7,43% | auf Dextrin, |
| nach Tollens: | 9,10% | auf Pentosane. |

Folgende Zucker sind nach Klein[26] rein dargestellt:

| | | |
|---|---|---|
| 1. Arabinose | Maltose | |
| 1. Xylose | Raffinose (Trisaccherid) | |
| Monose | Sinistrin (Scillin) | } Stärke |
| Galactose | Lävulosane | |

In der Aleuronenschicht finden sich die wichtigsten Fermente. Abderhalden[15a, b], Kiesling[23], Klein[26], Mann[33], Nemec[34], Jalowetz[35].

Sekretdiastase gehen vom Schildschen aus.
Cytodiastase Mann[33], Jalowetz[35].
Translokationdiastase (Gerstendiastase nach Lindner).
Phytase.
Invertase (Hauptsächlich auf das untere Kornende, Keimende, beschränkt).
Katalase
Oxy- und Antioxydase
Urease
Emulsin (Amygdalinspaltendes Ferment)
Trehalase (Jalowetz[35])
Pectinase (Klein[36])
Raffinase
Linamarase
Cellobiase
Monobiase
Amylokoagulase
Gentobiase
Lichenase (Hauptsächlich sonst nur in Flechten)
Glucase, Saccharase, Maltase.
Protease
Lipase.

Gerste ist eine hochwertige Vitaminquelle. Sie gehört zu den Pflanzen, in denen Vitamin A wenigstens als Provitamin vorhanden sein soll. (v. Euler, Hellström). Schittenhelm und Eisler[36] haben diese Angaben bestätigt; bei den mittels Ratten unternommenen eingehenden Versuchen fanden sie eine dem Vitamin A entsprechende, wachstumsfördernde antixerophatalmische Substanz.

Groß ist die Quantität des zwar sonst sehr verbreiteten aber mengenmäßig nur wenig in Erscheinung tretenden Vitamin's B. Meist sind die Vitamine dieser Gruppe, wie die Verhütung von Beri-Beri, durch deren Verfütterung an Tauben bestätigt, vor allem in Malzkeimen enthalten (Kraft[37]).

Scheunert[42b] hat bei seinen Rattenfütterungsversuchen ausdrücklich festgestellt, daß bei einer Ausmahlung von 0—60% bei Weizen und von 0—40% bei Roggen sich Ratten zwar nicht von den Folgen eines Vitaminmangels frei halten ließen, daß sich aber diese Ratten immer noch länger bei solchen Zulagen als ohne sie auf ihrem Gewicht erhielten. Etwas Vitamin $B_2$ muß also, wie wir auch später sehen werden, in diesen Mehlen doch enthalten sein. Weizenbrote von 75% und Roggenbrote von 65% Ausmahlung ergeben eine sprunghafte Wirkungssteigerung. Bemerkenswerterweise bestand ein deutlicher Unterschied zwischen 82% und 94% Ausmahlung nicht mehr. Weiter stellte Scheunert[42b] fest, daß das Backen den Vitamingehalt nicht beeinträchtigt, eher sogar die Ausnutzbarkeit der Vitamine günstig beeinflußt.

Drückt man den täglichen $B_1$-Bedarf in internationalen Einheiten (i. E.) aus, so würden nach den Schätzungen von Jung (Basel) und von Van Veen (Holland) (cit. Scheunert[42]) etwa 375 i. E. zur Vermeidung von Vitamin-B-Mangel genügen. Nach einer von Cowgill[39] aufgestellten Formel würde der 70 kg-Mensch bei 3000 Kalorien täglicher Nahrungsaufnahme rund 300 i. E. benötigen. 300 i. E. sind auch von Burnet und Aykroyd[40] als genügend erachtet worden. Auch Scheunert nimmt diese Zahl zur Grundlage. Er fand, daß 300 i. E. Tagesbedarf gedeckt werden durch:

| | | | |
|---|---|---|---|
| etwa | 280 g | Weizenbrot von 94% | Ausmahlung |
| etwa | 350 g | Weizenbrot von 82% | Ausmahlung |
| etwa | 600 g | Weizenbrot von 75% | Ausmahlung |
| etwa | 1500 g | Weizenbrot von 60% | Ausmahlung |

Da in der Großstadt nicht mehr als 300—400 g Brot auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet werden dürfen, vermag nur das aus 94 und höchstens 92prozentigem Mehl hergestellte Brot bei einer in üblichen Mengen erfolgenden Aufnahme den Vitamin-B-Bedarf eines Menschen zu decken. Bei den höher ausgemahlenen Mehlen scheint Zufuhr aus anderen Vitamin-B-Trägern wie Gemüse, Kartoffel, Fleisch, Milch, Getränke usw. als Ausgleich nicht in Betracht zu kommen. Nach unseren älteren qualitativen Arbeiten kann man in je 100 g von Gemüsen, Kartoffeln und Hülsenfrüchten nur 30—60 i. E. annehmen. Bei Weißbrot (60% Ausmahlung) beispielsweise wären also 240 i. E. anderweitig zu decken, was wohl kaum gelingen dürfte. Aber auch bei dem Laibbrot oder Hauptbrot, das ja durchschnittlich bis 75% ausgemahlen ist, gehen viel Vitamine mit der als Futter verwendeten ausgesiebten Kleie der Volksernährung verloren (Kraft[37]).

Nur dem Umstand, daß trotz der hochentwickelten Mühlentechnik geringe Mengen von Keimlings- und Schalensubstanz mit ins gesiebte Mehl gehen, sowie dem Vitamin-B-Gehalt der Backhefe ist es zu verdanken, daß das heute übliche Laibbrot nicht völlig vitaminfrei ist. Da das Vitamin $B_1$ als Steuerer und Regler des Kohlehydratstoffwechsels angesehen wird, ist sein Fehlen bei dem an für sich schon sehr viel schneller resorbierbaren 75% ausgemahlenen feinen Mehl um so bedauerlicher. Dieses fast aller Schlackenstoffe und Zellulose beraubte Mehl bedürfte also in besonderem Maße des Vitamin-$B_1$-Zusatzes.

Über den Gehalt an Vitamin C finden sich bei der Gerste widersprechende Angaben. Während A. Harter und Zilva[41] Vitamin C ebenfalls gefunden haben wollen, weist Schittenhelm[36] und Scheunert[42b] ausdrücklich auf das Fehlen dieses antiskorbutischen Vitamin's hin. Tatsächlich haben ja auch die meisten an Skorbut erkrankten Seefahrer eigentlich nie Mangel an Brotgetreide gehabt, sondern im Gegenteil, ja hauptsächlich von Schiffszwieback und ähnlichen Backwaren gelebt.

Vitamin D ist zumindest in seiner durch Ultra-Violett-Bestrahlung aktivierbaren Vorstufe vorhanden (Scheunert[42a]). Rachitische Ratten sprechen sehr gut auf Malzkeime, die sie in täglichen Dosen von 1—2 mg in Olivenöl gelöst erhielten, an. Vitamin D erscheint dem Phytosterinfaktor beigemengt und stark sauerstoffempfindlich zu sein. In den Keimlingen des Malzes ist auch der Antisterilitätsfaktor E enthalten. Er kommt in anderen Nahrungsmittel überhaupt selten und dort nur immer in geringen Mengen vor. Zur Fruchtbarkeit und Stillfähigkeit der Frau ist er unentbehrlich. 80—90% des überhaupt erhältlichen Vitamin's sind in Keim und Randschicht der Brotgetreide enthalten.

Der Rohfasergehalt ist bei der Gerste höher als beim Weizen und Roggen (Abderhalden[15b]). Auch die Asche ist vermehrt; sie ist beim entspelzten (nackten) Gerstenkorn der des Roggens und Weizens gleich. Dagegen ist die Aschenzusammensetzung der mit den Spelzen verwachsenen Getreidekörner durch deren hohen Kieselsäuregehalt beeinflußt. Von 57 untersuchten Sommergersten gibt König[18] folgende Mittelwerte an:

Reinasche auf Trockensubstanz berechnet: 2,61%,

davon: Kali mit 20,92%, Natron 2,39%, Kalk 2,64%, Magnesia 8,83%, Ferioxyd 1,19%, Phosphorsäure 35,10%, Schwefelsäure 1,08%, Kieselsäure 25,91%, Chlor 1,02%.

Wie schon vorher kurz erwähnt, unterscheiden sich die handelsüblich aus der Gerste gewonnenen Produkte (Malz, Graupen, Mehl) von dem Vollkorn dadurch, daß sie meist nur Teile desselben ent-

halten, die wie aus den morphologischen und chemischen Betrachtungen ersichtlich war, sich aus sehr verschiedenen chemischen Bestandteilen zusammensetzen müssen.

Das Gerstenmehl selbst ist ebenfalls kein einheitlicher Begriff. Es unterscheidet sich vom Roggen- und Weizenmehl sehr wesentlich dadurch, daß es oft gewissermaßen Abfallprodukt ist, und daß man bei den in Frage kommenden Prozessen die Mehlbildung zu vermeiden sucht (z. B. zur Herstellung von Graupen, Grütze). Für die Graupenherstellung werden deshalb die Körner in drei Größen sortiert, um eine möglichst abfallose Verarbeitung zu gewährleisten. Die eigentliche Verarbeitung geschieht in Mahlgängen, den sogenannten Graupengängen, in denen die Gerstenkörner von den Spelzen und der Samenhaut größtenteils befreit werden. Dazu wird ein Sandstein verwandt, der sich in einer entgegengesetzt zu ihm sich drehenden Bütte bewegt. Bei schneller Drehung der Bütte wird das Korn gespitzt, bei weniger schneller Drehung wird es von den Schalen befreit. Bei längerer Belassung der groben Graupen im Graupengang werden die Körner gerundet. Bei dieser Rundung entsteht das Mehl, das also verhältnismäßig wenig stärkehaltiges Endosperm aus dem Mehlkern, sondern hauptsächlich die eiweißreichen Zellen der Aleuronenschicht enthält. Die Ausbeute bei diesem Graupenmehl verhält sich folgendermaßen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Graupen | 28,58 | — | 35,07% |
| Mehl | 16,53 | — | 13,75% |
| Kleie | 50,14 | — | 50,59% |
| Verlust | 4,93 | — | 0,99% |
| | 100,00 | — | 100,00% |

Neben diesem von mir eben erwähnten Graupenmehl, das heute in großem Umfang das Gerstenmehl des freien Handels darstellt, gibt es auch ein aus Gerste in der üblichen Form hergestelltes Mehl als Gerstenmehl. Wird nämlich die Zerkleinerung der Gerste im Hinblick auf mengenmäßige Mehlausbeute betrieben, so wird natürlich, auch das Endosperm in hervorragendem Maße zur Mehlbereitung herangezogen. Das Verhältnis der Kohlehydrate zu den Eiweißen verschiebt sich damit flüchtig gesehen entsprechend der oben erwähnten Werte der Gerstenkornzusammensetzung zu Gunsten der Kohlehydrate.

In jedem Falle enthält also das im freien Handel vorkommende Gerstenmehl in größerem Umfang die Randschicht des Gerstenkorns mit einer geringen oder größeren Zumischung von Bestandteilen des Mehlkerns.

Wenn es auch streng genommen nicht zu dem Thema meiner vorliegenden Arbeit gehört, ist es doch vielleicht im Hinblick auf

den letztgenannten Herstellungsmodus von Gerstenmehl wünschenswert, in aller Kürze der Verfahren bei der Brotmehlbereitung überhaupt zu gedenken, denn auch beim Gerstenmehl hat das zu seiner Herstellung verwandte Verfahren Einfluß auf seine chemische Beschaffenheit. Während früher die Hauptaufgabe der Mühlen die Zerkleinerung des Kornes war, besteht sie heute in der Aufteilung. Zunächst wird heute nach einer Reinigung von Erde, Staub, Sackfasern, Unkrautsamen usw. grundsätzlich für jeden Ausmahlungsgrad der Keimling entfernt, d. h. das Korn gespitzt. Das geschieht, weil verschiedene Teile des Keimlings leicht verderblich sind; insbesondere weil Fett und die fettähnlichen Lipoide alsbald beim Lagern durch Ranzigwerden die Haltbarkeit des Mehles beeinträchtigen. Man will absolut ein lang haltbares, lagerfähiges Produkt. Auch würden die fettigen Keimlinge die gewollte Feinstmahlung und die Durchgangsfähigkeit durch feinste Siebe stören.

Gleichzeitig mit dem „Spitzen" wird geschält, d. h. der Hauptteil der Fruchtschale und stellenweise auch etwas von der Samenschale und dem Mehlkern entfernt. Schließlich wird in umständlichen Arbeitsgängen der Rest der Randschichten von feinem Mehl getrennt.

Für Brotmehl ist zwar die Kleieabscheidung heute vielfach zurückgeschraubt, immerhin wird nach wie vor „gespitzt" und insgesamt durchschnittlich rund 25% Kleie abgeschieden. Rein quantitativ verteilen sich die einzelnen Anteile bei etwa 73prozentiger Ausmahlung wie folgt: (Angaben für Roggen) (Kraft[37])

| | Protein | Fett | Kohlehydrate | Zellulose | Pentosane | Salze | Kali |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ins Mehl gehen | 60% | 40% | 88% | 14% | 42% | 33% | 61% |
| In d. Kleie gehen | 40% | 60% | 12% | 86% | 58% | 67% | 39% |

Durch diese hohe Ausmahlung weichen also schon rein mengenmäßig die Mehle sehr vom eigentlichen Getreide in ihrer Zusammensetzung ab. Dazu tritt nun, daß das Eiweiß des abgeschiedenen Anteils, Keimling und Randschichten, für den Baustoffwechsel viel höherwertiger als das des Mehlkerns ist. Das in diesem Kern minderwertige Eiweiß kann aber für unseren Eiweißaufbau nur benutzt werden, wenn genügend dafür hochwertiges Eiweiß vorhanden ist, und der Überfluß dieses hochwertigen Eiweißes das minderwertige ergänzt. In der Kleie finden sich vor allem das für den Baustoffwechsel hochwertige Globulin, ferner die Albumine und Prolamine, während der Mehlkern fast nur O/RS für den Aufbau unzulängliche Glutenin und Gliadin enthält.

Eine Darstellung der Zusammensetzung des Weizens nach Osborne[38], möge hier folgen:

| | Im Vollkorn | Im Keimling | In Randschicht |
|---|---|---|---|
| Glutenin | 4,68 | 0 | 0 |
| Gliadin | 3,96 | 0 | 0 |
| Globulin | 0,62 | 5 | 2,35 |
| Albumin | 0,39 | 10 | 2,87 |
| Prolamin | 0,21 | 3 | 5,35 |

Vor allem sind die Eiweißarten des Mehlkerns ganz arm an der wichtigen, insbesondere für das Wachstum unentbehrlichen Aminosäure Lysin.

Es folgt eine Aufstellung, bei welcher Milchkasein als Typ hochwertiger Eiweißart zum Vergleich mit herangezogen wird (nach Joues und Unterhill bei Weizen, und nach Sconka bei Roggen):

| Aminosäuren | Im Mehlkern-Gliadin | Im Kleie-Globulin von Weizen | Im Kleie-Glutenin von Roggen | Im Milch-Kasein |
|---|---|---|---|---|
| Cystin | 1,76% | 1,52% | 0,76% | ? |
| Argentin | 2,97% | 14,13% | 13,61% | 3,81% |
| Histidin | 2,19% | 2,76% | 4,64% | 2,50% |
| Lysin | 1,21% | 11,48% | 6,18% | 5,95% |
| Tyrosin | 3,30% | 3,69% | 4,49% | 4,50% |
| Tryptophan | 1,09% | 2,85% | 1,80% | 7,50% |

Vergegenwärtige man sich also nochmals: Für rund 9/10 des deutschen Volksbrotes wird heute Getreide unter Abscheidung von Keimlingen und Randschichten als etwa zu 75% ausgemahlenes Mehl verwandt, d. h. etwa 40% des Gesamtkorneiweißes wandern in die Kleie. Diese 40% bestehen zu 4/5 aus für den Baustoffwechsel hochwertigem Eiweiß, das damit in einer Jahresmenge von 1,7 Millionen Doppelzentner gleich dem gesamten Jahres-Eiweißbedarf von 8 Millionen Erwachsenen der deutschen Volksernährung entzogen wird (Kraft[37]).

Noch ein Wort über die Ausnutzung des Brot's und der Eigenschaft der Lagerung des Mehl's auf seinen ernährungsphysiologischen Wert muß nun folgen!

Was die Ausnutzung des Brotes betrifft, so scheint ein wichtiger Gesichtspunkt in der Tatsache zu liegen, daß verschiedene Versuchspersonen die gleiche Brotsorte verschieden ausnutzen können. So fand Rubner[43] für Roggenbrot den Stickstoffverlust bei einer Person 33,3%, bei einer anderen hingegen 58,7%. Kleimenhagen[44] und Kestner[45] stellten ganz wesentliche Unterschiede (10%) in der Stickstoffauswertung bei Großbrot oder kleinen rin-

denreichen Rundstücken fest. Kestner fand, wie auch sonst bekannt ist, daß junge Ratten mit vorwiegend anamalischer Kost einen viel kürzeren Darm als solche mit vegetabilischer Kost besitzen und daß sie, auf vegetabilische Kost umgestellt, diese viel schlechter auszunutzen vermögen.

Pfannenstiel und Jusatz[46] wiesen an Ratten nach, daß 50 Tage lang gelagertes Vollkornmehl, gegenüber frisch gelagertem Mehl Lebensdauer und Wachstum verkürzt, und die durchschnittliche Gewichtszunahme bedeutend geringer ist. Sie führen dies auf Schädigungen der im Vollkornbrot befindlichen Vitamine und besonders lebenswichtiger, bestimmter Aminosäuren zurück. Sämtliche mit altem Mehl gefütterten Tiere wiesen Vitaminmangelerscheinungen auf.

Von Tyszka[47] hat statistisch einen zunehmenden Rückgang des Brotverbrauches in den letzten 40 Jahren festgestellt. Wirz[48] bestätigt diese Angaben. 1816 kamen auf den Kopf der Bevölkerung pro Jahr 250 kg Korn und 14 kg Fleisch. 1936 kamen pro Kopf und Jahr 86 kg Korn und 56 kg Fleisch auf die deutsche Bevölkerung. Dies wird als ein Beweis dafür angesehen, daß durch die modernen Ausmahlungsverfahren hergestellte Mehle, ernährungsphysiologisch betrachtet, minderwertiger geworden seien, so daß sie instinktiv durch andere Nahrungsmittel ersetzt worden seien.

Im Vorstehenden habe ich mich bemüht, alles, was uns über die Gerste an morphologischen und chemischen Tatsachen bekannt geworden ist, zusammenzustellen.

Wir wenden uns nunmehr der Frage der ernährungsphysiologischen Bedeutung der Gerste zu, unter besonderer Berücksichtigung der N-Substanzen der Gerste.

Osborne[49] hat durch Fütterungsversuche mit Gerste an Ratten gezeigt, daß diese Tiere bei derartiger Nahrung keine Wachstumstörungen erlitten, sondern sogar mit gemischter Kost gefütterte Ratten übertrafen. Allerdings darf der Eiweißgehalt des Futters nicht unter 10% sinken. Es scheint also, daß auch die im ganzen Gerstenkorn versammelten Eiweißstoffe den Bedürfnissen des Baustoffwechsels bei Ratten leidlich gerecht werden. Andererseits zeigt aber die Tabelle, die Aron und Gralke in Oppenheimer's Handbuch der Biochemie (Bd. VI, Ziff. 336/1923) nach den Arbeiten von Osborne und Mendel, Mc. Colluth und Gimmond's, sowie Röhmann und Hoffmeister zusammengestellt haben, daß das reine Hordein der Gerste, wenn es der alleinige Nahrungs-N-Träger ist, nur gerade eine Erhaltung des Körpergewichtes zu gestatten scheint, also für das Wachstum ungenügend ist. Dieses Hordein ist aber ein hauptsächlicher Eiweißbestandteil des üblichen Gerstenmehls, wie wir früher hörten.

Durch seinen Kalorien-, Mineralstoff- und Vitamingehalt, durch seinen Gehalt an einzelnen Hauptnährstoffen, durch seine Eignung für den Baustoffwechsel ist aber der ernährungsphysiologische Wert eines eiweißhaltigen Nahrungsmittels, wie das Gerstenmehl eines ist, heute nicht mehr genügend charakterisiert. Wir wünschen auch sein Verhalten im Betriebsstoffwechsel zu kennen, zumindest im Sinne einer allgemeinen Orientierung.

Eine Methode, die durch summarische Harnanalysen in dieser Richtung einen Einblick gestattet, ist unter Verwendung der Bestimmung der Harnquotienten C:N und Vacat-O:N von Bickel[50] ausgearbeitet worden. Mit dieser Methode wurden in systematischer Weise die für die menschliche Ernährung wichtigsten Mehle und Brote untersucht. Zur Gruppe dieser Arbeiten gehört auch meine vorliegende Studie. Die Methotik ist eingehend von Bickel in seinem Buche über das Brot beschrieben und motiviert worden. Es erübrigt sich daher, eine abermalige genaue Schilderung in dieser Arbeit. Nur das zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse Wissenswerte sei hier zusammengefaßt.

Ausgangspunkt ist die im Versuch an Menschen und an Gruppen von weißen Ratten gefundene Tatsache, daß bei quantitativ und qualitativ genau gleichartiger Ernährung die Mittelwerte der Harnquotienten C:N und Vacat-O:N in aufeinanderfolgenden, mehrtägigen Versuchsperioden nur geringfügige Schwankungen zeigen, die bei Vacat-O:N etwas größer als bei C:N sind. Beim N-aequimolecularen Ersatz des Nahrungseiweißes (bezw. eiweißhaltigen Nahrungsmittels) einer solchen Diät durch ein qualitativ anderes, können Änderungen in den Harnquotienten auftreten. Differenzen der resorbierten Eiweißmengen der Nahrung bis 25% üben erfahrungsgemäß keinen Einfluß auf die Harnquotientenlage aus. Eine Änderung der Harnquotienten ist auch durch einzelne Aminosäuren oder deren Gemische möglich.

Wenn es also auf der einen Seite auch sicher ist, daß die Lage der genannten Harnquotienten bei quantitativ gleicher Eiweißzufuhr in wesentlicher Weise von der Eiweißqualität bestimmt wird, so ist doch das Eiweiß nicht der einzige Bestandteil der Nahrung, der auf die Harnquotienten Einfluß gewinnen kann. Diesbezügliche Versuche haben u. a. gezeigt, daß den Röstprodukten der Kohlehydrate und des Fettes derartige Wirkungen zustehen, wie sie auch durch Einfuhr bestimmter, stark differenter Mineralstoffe (Arsen, Kupfer, Jod) oder gewisser Hormone, Alkaloide u. a. mehr erzielbar sind.

Wenn man sich nun anschickt, eine bestimmt zusammengesetzte Diät mit Kasein als Nahrungs-N-Träger zum Maßstab zu nehmen und damit eine andere Diät zu vergleichen, bei der in N-aequimolecularen Mengen ein eiweißhaltiges Nahrungsmittel den Nah-

rungs-N-Träger darstellt, wenn man also nicht ein Nahrungseiweiß gegen ein anderes Nahrungseiweiß in sonst gleichartig zusammengesetzter Diät austauscht, dann muß man bei einer eintretenden Änderung der Harnquotienten damit rechnen, daß die Änderung überhaupt nicht oder nur zum Teil durch die Eiweißqualität zustandegekommen sein könnte. Man muß daran denken, daß irgendwelche andere Substanzen vielleicht in ihrer Wirkung oder überhaupt in ihrer Existenz noch unbekannte Bestandteile jenes eiweißhaltigen Nahrungsmittels die Harnquotientenänderung hervorgerufen hätten.

Ferner wird man sich in solchem Falle zu überlegen haben, ob mit dem betreffenden Nahrungsmittel nicht vielleicht zwar resorbierbare, aber inoxydabele Stoffe dem Körper zugeführt werden, die unverändert im Harn abgeschieden werden und die Lage seiner Quotienten verändern. Man wird sich also darüber Rechenschaft geben müssen, ob die beobachtete Änderung der Harnquotienten durch Änderung des Ablaufes des intermediären Stoffwechsels oder durch die einfache Körperpassage unverbrennlicher Stoffe bedingt ist. Eine durch Umstellung des intermediären Stoffwechsels bedingte Harnquotientenverschiebung wird aus naheliegenden Gründen immer an erster Stelle durch oxydative Verschiebungen hervorgerufen werden. Dabei muß man sich darüber klar sein, daß die Harnquotienten einen Querschnitt durch den Gesamtstoffwechsel abgeben und keineswegs allein den Eiweißstoffwechsel betreffen. Je unzureichender die oxydative Leistung ist, umso höher müssen die Harnquotienten liegen.

Zur Versuchsmethotik sei nur folgendes in aller Kürze gesagt: Man verfährt praktisch so, daß man eine Gruppe von 10 männlichen weißen Ratten die sich außerhalb des starken Körperwachstums befinden, bei denen also die Vorgänge im Baustoffwechsel gegenüber denen im Betriebsstoffwechsel eine untergeordnete Rolle spielen, in einen Stoffwechselkäfig bringt, der es gestattet, Harn und Kot getrennt aufzufangen. Das zuständige Futter wird dann an 7 aufeinanderfolgenden Tagen in völlig gleichmäßiger Weise verabfolgt. Die beiden ersten Periodentage werden zur Einstellung der Tiere auf die neue Kost, sofern eine solche gegeben wird, verworfen, an den letzten 5 Tagen jeder Periode werden aber immer die Analysen in den täglichen Harnportionen gemacht. Der Kot wird an 5 Analysentagen gesammelt und auf seine Trockensubstanz und seinen N- Inhalt untersucht. Im Harn wird N, C und vO bestimmt und die Quotienten C/N, vO/N und vO/C ausgerechnet. Das Körpergewicht jeden Tieres wird fortlaufend kontrolliert.

Die tägliche Nahrungsration wurde von den Tieren ausnahmslos quantitativ verzehrt. Der Harn war immer frei von Eiweiß und Zucker.

Das bei meinen Versuchen verwandte Gerstenmehl war dem Handel entnommen. Im Hinblick auf seinen mäßig hohen N-Gehalt handelt es sich offenbar um Gerstenmehl, das durch nicht zu starke Ausmahlung aus einer eiweißarmen Gerste gewonnen war.

Die Zubereitung der Nahrung erfolgte derart, daß mit dem Wasser alle Bestandteile außer den Vitaminträgern, dem frischen Apfelsinensaft und dem Lebertran, zu einem Brei gekocht werden, dem nach dem Erkalten die Vitaminträger zugemischt werden.

Das Salzgemisch war folgendermaßen zusammengesetzt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Na Cl | 0,173 g | $Ca H_4 (PO_4)_2 . H_2 O$ (sauer) | 0,540 g |
| $Mg SO_4$ (anhydr.) | 0,266 g | Eisencitrat | 0,118 g |
| $Na H_2 PO_4$ (sauer) | 0,347 g | Calicum-Laktat | 1,300 g |
| $K_2 H PO_4$ (alkal.) | 0,954 g | Summa: | 3,698 g |

Um Störungen im Gedeihen einzelner Tiere zu erkennen, wurde das Körpergewicht jedes einzelnen Tieres täglich bestimmt. Eine auffällige Gewichtsänderung ergab sich bei meinem Versuch nicht, weshalb ich in den Tabellen mich mit der Ausführung des mittleren Gewichtes für 1 Tier begnügen kann; ein solcher Mittelwert muß ja auch bei der Nahrung und den Ausscheidungsprodukten als Unterlage dienen.

Die Kalorien wurden mit den Tabellen nach Schall[54] errechnet. Für Kasein, das darin nicht verzeichnet wird, wurde 1 g=4,1 Kalorien gesetzt.

Der Stickstoff wurde nach Kjeldahl folgendermaßen bestimmt: 1 ccm filtrierter Harn wird mit 8—10 Tropfen einer 10prozentigen Kupfersulfatlösung ($Cu SO_4$) und 1 ccm konz. Schwefelsäure ($H_2 SO_4$) versetzt, auf dem Drahtnetz unter dem Abzug 15 Minuten gekocht, bis die Lösung hellgrün und nach dem Erkalten weiß ist. Diese abgekühlte Lösung wird mit ca 15—20 ccm aqu. dest. verdünnt, der Kolben an die Destillierapparatur angeschlossen und nach Zusatz von etwa 20 ccm einer 33prozentigen Natronlauge (Na OH) der Stickstoff in Form von Amoniak ($NH_3$) in einer Vorlage von 5 ccm 1/10 n Salzsäure (H Cl) gefärbt, mit Methylrot mittels Wasserdampf überdestilliert. Die H Cl wird mit 1/10 n Na OH solange versetzt, bis die rote Farbe in gelbgrün umschlägt.

| Beispiel: | | | |
|---|---|---|---|
| | Vorgelegte Menge | H Cl | 5,0 |
| | Verbrauchte Menge | Na OH | 3,5 |
| | | Differenz: | 1,5 |

1,5 multipliziert mit der Konstanten für Stickstoff (1,4) ergibt mg Stickstoff in 1 ccm Harn (also: 2,1 mg).

Die Tagesmenge Stickstoff wird dann durch Multiplikation mit der gewonnenen Tagesharnmenge errechnet.

Sauerstoffbestimmung nach Müller-Kanitz. Herstellung der Standardlösung:

2 g Kalium-Jodat werden in einem Meßkolben von 100 ccm in 20 ccm aqu. dest. gelöst und bis 100 ccm mit konz. Schwefelsäure aufgefüllt. Nach dem Erkalten werden 5 ccm entnommen und in einen runden Kolben mit etwa 20 ccm aqu. dest. verdünnt. Nun gibt man solange Kalium-Jodat-Kristalle hinzu, bis die Lösung rotbraun und klar ist. Dann fügt man 1/10 n Natriumthiosulfat ($Na_2 S_2 O_3$) zu, bis die rotbraune Farbe in gelb umschlägt. Gibt man nun 3 Tropfen einer 1prozentigen Stärkelösung hinzu, so färbt sich die Lösung blau. Durch Zugabe von weiteren 1/10 n Natriumthiosulfat titriert man nun bis auf farblos. Die verbrauchten ccm Natriumthiosulfat sind die Titerzahl für die Standardlösung. (Angenommene Zahl: 28,0).

Zur Analyse nimmt man 1 ccm filtrierten Harn, versetzt ihn mit 5 ccm der Kalium-Jodat-Standardlösung und läßt ihn im Rückflußkühler 15 Minuten kochen. Nach dem Abkühlen wird mit etwa 20 ccm aqua. dest. verdünnt und nochmals 15 Minuten gekocht, damit das restliche Jod entweichen kann. Nach dem Abkühlen verfährt man durch weitere Zugabe von Kalium-Jodat-Kristallen wie bei der Standardlösung.

Berechnung:

| | | |
|---|---|---|
| Von der Standardlösung . . . . . | 28,0 | wird die |
| verbrauchte Menge Natriumthiosulfat . . | 21,5 | abgezogen. |
| Ergibt: | 6,5 ccm. | |

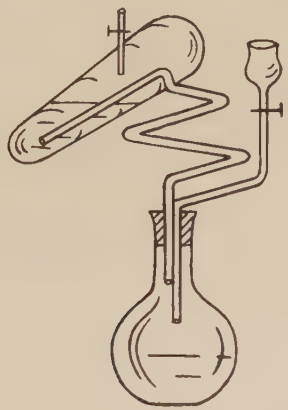
6,5 ccm wird mit der Konstanten 3,567 multipliziert. Man erhält dann einen Wert (X), von dem die gefundene Chlormenge (siehe unten) abgezogen wird, sodaß sich ein neuer Wert (Y) ergibt. Multipliziert man diesen Wert (Y) mit 0,1869, so ergeben sich die mg Sauerstoff in 1 ccm Harn.

Zur Chlorbestimmung nach Mohr verdünnt man 1 ccm Harn mit 20 ccm aqua. dest. und setzt dann 1—2 ccm einer 20prozentigen Kaliumbromatlösung zu. Die Lösung färbt sich gelb. Jetzt wird 1/10 n Silbernitratlösung zugegeben, bis die gelbe Farbe in rotbraun umschlägt. Die verbrauchten ccm Silbernitrat mit 4,28 multipliziert ergeben die mg Chlor in 1 ccm Harn.

Zur Kohlenstoffbestimmung nach Nicloux-Osuka werden zu 1 ccm Harn in einem kleinen Kugelkolben 0,48 g Kaliumbichromatpulver, 3 g wasserfreien Natriumsulfat und 0,1 g Silberbichromat gegeben.

Der Hahn der Glaskugel, sowie der Schliff des Oberteils werden täglich mit Pyrophosphorsäure eingeschmiert. Der Hahn der Glasbirne wird alle 8 Tage gereinigt und mit Vaseline eingefettet. In

die Glasbirne gibt man dann 1,5—2 ccm einer doppelt normalen Kalilauge. Dann setzt man die beiden Apparatteile zusammen und stellt den Apparat auf das Verbrennungsgestell. Nun gibt man in die Glaskugel des Oberteiles 2,5 ccm konz. Schwefelsäure und evacuiert an der Wasserstrahlpumpe die Birne eine Minute lang, dann legt man um die Birne einen mit kaltem Wasser getränkten Lappen und stellt den Apparat 3 Minuten in ein kochendes Wasserbad. Hierauf nimmt man den Apparat wieder heraus, stellt ihn auf das Verbrennungsgestell, entfernt den Lappen und gibt in die Glaskugel weitere 12,5 ccm Schwefelsäure (insgesamt also 15 ccm). Unter Schräghalten des Apparats läßt man vorsichtig die konz. Schwefelsäure in die untere Glaskugel laufen bis auf einen kleinen Rest, der zurückbleibt. Dann verbrennt man zuerst mit kleiner



Flamme, dann mit großer Flamme 30 Minuten lang. Bei Auftreten weißer Dämpfe ist die Reaktion beendet und man dreht ab. Nach dem Erkalten wird der Apparat auseinandergenommen, indem man den Schliff mit kaltem Wasser belaufen läßt. Der untere Kolben wird gereinigt, und aus der Birne des oberen Teils wird die Kalilauge, in der jetzt der Kohlenstoff als Carbonat gebunden ist, in ein Centrifugierglas geschüttet. Man füllt mit 6 ccm einer 10prozentigen heißen Bariumchloridlösung. Der Kohlenstoff fällt jetzt als Bariumcarbonat weißflockig aus. Man centrifugiert 2 Minuten und schüttet die überstehende Lösung weg. Der Rückstand wird mit Amoniakwasser gewaschen und nochmals centrifugiert. Die überstehende Lösung wird wiederum abgegossen und der Rückstand mit aqua. dest. ausgewaschen, centrifugiert, das aqua. dest. abgegossen und der Rückstand in 10 ccm 1/10 n Salzsäure im Centrifugenröhrchen gelöst und dann mit Hilfe von dest. Wasser in ein

Becherglas übergespült. Man versetzt mit 5 Tropfen Methylrot, läßt einmal aufkochen, titriert mit 1/10 n Natronlauge bis die rote Farbe in gelbgrün umschlägt.

Berechnung:

Vorgelegte Menge H Cl 10,0 ccm
Verbrauchte Menge Na OH 6,0 ccm
von der Differenz . . . . . 4,0 ccm wird 0,15 abgezogen (Kohlensäure die aus der Luft in den Versuch eingetreten ist). Der erhaltene Wert wird mit 0,6 (konst. Faktor) multipliziert. Das Ergebnis stellt die mg Kohlenstoff in 1 ccm Harn dar.

**Tabelle I.**

**Tägliche Futtermenge (Versuch I).**

Für 10 Ratten:

| Kaseinnahrung (I. Periode) | | Gerstenmehlnahrung (II. und folgende Perioden) | |
|---|---|---|---|
| Kasein | 10,0 g | Gerstenmehl | 97,6 g |
| Lebertran | 20,0 ccm | Lebertran | 20,0 ccm |
| Zucker | 20,0 g | Zucker | 00,5 g |
| Kartoffelstärke | 50,0 g | | |
| Apfelsinensaft | 10,0 ccm | Apfelsinensaft | 10,0 ccm |
| Salzgemisch | 02,0 g | Salzgemisch | 02,0 g |
| Wasser | ca 600 ccm | Wasser | ca 600 ccm |
| ca 54 Kalorien pro 1 Tier tägl. ca 1,274 g Stickstoff. | | ca 53 Kalorien pro 1 Tier tägl. ca 1,234 g Stickstoff. | |

1 g Kasein = 0,1234 g N
1 g Gerstenmehl = 0,0126 g N
1 g Stärke = 0,0008 g N

**Tabelle II.**

**Tägliche Futtermenge (Versuch II).**

Für 10 Ratten.

| I. Periode | | II. Periode | |
|---|---|---|---|
| Kasein | 10,0 g | Lebertran | 20,0 ccm |
| Lebertran | 20,0 ccm | Gerstenmehl | 99,1 g |
| Zucker | 40,0 g | Zucker | 01,0 g |
| Kartoffelstärke | 50,0 g | | |
| Apfelsinensaft | 10,0 ccm | Apfelsinensaft | 10,0 ccm |
| Salzgemisch | 02,0 g | Salzgemisch | 02,0 g |
| Wasser | ca 600 ccm | Wasser | ca 600 ccm |
| N-Gehalt : 1,274 g ca 56 Kalorien pro 1 Tier tägl. | | N-Gehalt : 1,253 g ca 54 Kalorien pro 1 Tier tägl. | |

## Tabelle III.

### I. Versuch.

### Analysen-Tabelle - 10 Ratten

| Versuchstag Nr. | Körpergewicht i. g | Harnmenge ccm | Harn-C mg | Harn-Vacat-O mg | Harn-N mg | C/N | vO/N | O/C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Periode: Kasein.** | | | | | | | | |
| 1 | 270 | 300 | 627,0 | 843,0 | 546,0 | 1,15 | 1,54 | 1,34 |
| 2 | 271 | 360 | 914,4 | 1206,0 | 795,6 | 1,15 | 1,52 | 1,32 |
| 3 | 272 | 348 | 863,0 | 1071,8 | 730,8 | 1,18 | 1,47 | 1,24 |
| 4 | 271,4 | 390 | 951,6 | 1380,6 | 811,2 | 1,17 | 1,70 | 1,45 |
| 5 | 272 | 380 | 919,6 | 1246,4 | 729,6 | 1,26 | 1,71 | 1,36 |
| Period.-Durchschnw.: | | | 855,1 | 1149,5 | 722,6 | 1,18 | 1,59 | 1,34 |
| **2. Periode: Gerstenmehl.** | | | | | | | | |
| 6 | 271 | 248 | 835,7 | 1071,4 | 592,7 | 1,41 | 1,80 | 1,28 |
| 7 | 270 | 402 | 892,4 | 1402,9 | 659,3 | 1,35 | 2,13 | 1,67 |
| 8 | 269 | 258 | 799,8 | 1052,6 | 608,9 | 1,31 | 1,73 | 1,32 |
| 9 | 269 | 305 | 908,9 | 1046,1 | 542,9 | 1,67 | 1,93 | 1,15 |
| 10 | 269,4 | 337 | 960,4 | 1176,1 | 586,4 | 1,64 | 2,00 | 1,16 |
| Period.-Durchschnw.: | | | 879,4 | 1149,8 | 598,0 | 1,47 | 1,92 | 1,30 |
| **3. Periode: Gerstenmehl.** | | | | | | | | |
| 11 | 268 | 266 | 763,4 | 1050,7 | 553,3 | 1,38 | 1,89 | 1,38 |
| 12 | 269 | 391 | 793,7 | 1231,6 | 574,8 | 1,38 | 2,14 | 1,55 |
| 13 | 268 | 510 | 877,2 | 1468,8 | 642,6 | 1,37 | 2,28 | 1,67 |
| 14 | 267 | 428 | 860,3 | 1275,4 | 556,4 | 1,55 | 2,29 | 1,48 |
| 15 | 267,6 | 360 | 828,0 | 1116,0 | 522,0 | 1,59 | 2,14 | 1,35 |
| Period.-Durchschnw.: | | | 824,5 | 1228,5 | 569,8 | 1,45 | 2,16 | 1,49 |

Tabelle III (Fortsetzung).

| Versuchstag Nr. | Körpergewicht i. g. | Harnmenge ccm | Harn-C mg | Harn-Vacat-O mg | Harn-N mg | C:N | vO:N | O:C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **4. Periode: Gerstenmehl.** | | | | | | | | |
| 16 | 264 | 386 | 961,1 | 1343,3 | 858,8 | 1,12 | 1,57 | 1,39 |
| 17 | 264 | 388 | 1055,4 | 1505,4 | 776,0 | 1,36 | 1,94 | 1,43 |
| 18 | 263 | 417 | 859,0 | 1380,2 | 646,3 | 1,33 | 2,14 | 1,60 |
| 19 | 262 | 410 | 865,1 | 1283,3 | 627,3 | 1,38 | 2,05 | 1,48 |
| 20 | 263 | 381 | 971,5 | 1451,6 | 853,4 | 1,14 | 1,70 | 1,49 |
| Period.-Durchschnw.: | | | 942,4 | 1392,7 | 751,9 | 1,25 | 1,85 | 1,48 |
| **5. Periode: Gerstenmehl.** | | | | | | | | |
| 21 | 260 | 310 | 1100,5 | 1615,1 | 744,0 | 1,48 | 2,17 | 1,47 |
| 22 | 260 | 290 | 896,1 | 1974,9 | 603,2 | 1,49 | 3,27 | 2,20 |
| 23 | 259 | 289 | 890,1 | 1271,6 | 595,3 | 1,49 | 2,14 | 1,43 |
| 24 | 259 | 292 | 902,3 | 1308,2 | 613,2 | 1,47 | 2,13 | 1,45 |
| 25 | 259,4 | 286 | 866,6 | 1224,0 | 574,8 | 1,50 | 2,13 | 1,41 |
| Period.-Durchschnw.: | | | 931,1 | 1478,7 | 626,1 | 1,49 | 2,36 | 1,59 |

**Tabelle IV.**

**I. Versuch.**

**Übersichts-Tabelle. - 10 Ratten.**

| Periode | Körpergewicht in g | Harn-C mg | Harn-Vacat-O mg | Harn-N mg | vO:N | C:N | Kot-N in g | Trockenkotmg. in g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Kasein | 271 | 855,1 | 1149,5 | 722,6 | 1,59 | 1,18 | 0,88 | 16,83 |
| II. Gerstenmehl | 269 | 879,4 | 1149,8 | 598,9 | 1,92 | 1,47 | 1,03 | 22,39 |
| III. Gerstenmehl | 268 | 824,5 | 1228,5 | 569,8 | 2,16 | 1,45 | 1,05 | 20,57 |
| IV. Gerstenmehl | 263 | 942,4 | 1392,7 | 751,9 | 1,85 | 1,25 | 0,74 | 16,26 |
| V. Gerstenmehl | 259 | 931,1 | 1478,7 | 626,1 | 2,36 | 1,49 | 0,64 | 13,64 |

## Tabelle V.

### II. Versuch.

### Analysen-Tabelle - 10 Ratten.

| Versuchs-tag Nr. | Körper-gewicht i. g | Harnmenge ccm | Harn-C mg | Harn-Vacat-O mg | Harn-N mg | C N | vO/N | O/C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Periode: Kasein.** | | | | | | | | |
| 1 | 214 | 120 | 571,2 | 901,2 | 532,8 | 1,07 | 1,69 | 1,58 |
| 2 | 215 | 200 | 498,0 | 852,0 | 470,0 | 1,06 | 1,81 | 1,71 |
| 3 | 215 | 252 | 602,3 | 1025,6 | 572,0 | 1,05 | 1,79 | 1,70 |
| 4 | 216 | 253 | 609,7 | 1047,4 | 586,9 | 1,04 | 1,78 | 1,72 |
| 5 | 216 | 248 | 602,6 | 972,1 | 587,7 | 1,02 | 1,65 | 1,61 |
| Period.-Durchschnw.: | | | 576,7 | 959,6 | 549,8 | 1,05 | 1,75 | 1,66 |
| **2. Periode: Gerstenmehl.** | | | | | | | | |
| 6 | 215 | 288 | 705,6 | 1192,3 | 578,9 | 1,22 | 2,06 | 1,69 |
| 7 | 215 | 382 | 607,4 | 901,5 | 427,8 | 1,42 | 2,10 | 1,48 |
| 8 | 214 | 268 | 536,0 | 774,5 | 375,2 | 1,43 | 2,06 | 1,44 |
| 9 | 213 | 286 | 609,2 | 843,7 | 408,9 | 1,49 | 2,06 | 1,38 |
| 10 | 213 | 271 | 542,0 | 791,3 | 379,4 | 1,43 | 2,09 | 1,46 |
| Period.-Durchschnw.: | | | 600,0 | 900,6 | 434,0 | 1,38 | 2,08 | 1,50 |
| **3. Periode: Gerstenmehl.** | | | | | | | | |
| 11 | 213 | 350 | 427,0 | 728,0 | 294,0 | 1,45 | 2,48 | 1,70 |
| 12 | 212 | 370 | 410,7 | 769,6 | 284,9 | 1,44 | 2,70 | 1,87 |
| 13 | 211 | 371 | 422,9 | 623,3 | 293,0 | 1,44 | 2,13 | 1,47 |
| 14 | 211 | 330 | 389,4 | 554,4 | 277,2 | 1,40 | 2,00 | 1,42 |
| 15 | 210 | 351 | 428,2 | 522,9 | 294,8 | 1,45 | 1,77 | 1,22 |
| Period.-Durchschnw.: | | | 415,6 | 639,6 | 288,8 | 1,44 | 2,21 | 1,54 |

## Tabelle VI.

### II. Versuch.

### Übersichts-Tabelle - 10 Ratten.

| Periode | Körpergewicht in g | Harn-C mg | Harn-Vacat-O mg | Harn-N mg | vO N | C N | Kot-N in g | Trockenkotmg. in g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Kasein | 215,2 | 576,7 | 959,6 | 549,8 | 1,75 | 1,05 | 0,68 | 1,24 |
| II. Gerstenmehl | 214,0 | 600,0 | 900,6 | 434,4 | 2,98 | 1,38 | 1,10 | 24,6 |
| III. Gerstenmehl | 211,4 | 415,6 | 639,6 | 288,8 | 2,21 | 1,44 | 0,87 | 18,4 |

Betrachten wir das Ergebnis der Versuche, wie es in den Tabellen III und IV festgehalten ist, so bemerkt man einen auffallenden Unterschied in der Lage der Harnquotienten C/N und vO/N bei der Kaseinnahrung einerseits, und der Gerstenmehlnahrung andererseits. Aus der Reihe der Periodenmittelwerte der Gerstenmehlnahrung heben sich nur die Werte der vierten Periode des ersten Versuches, also die vom 11. bis 15. Analysentag (3. Woche des ersten Versuches) vorübergehend durch eine leichte Senkung der Harnquotienten hervor, die aber bei weitem nicht so stark ist, daß die entsprechenden Werte in der Kaseinperiode auch nur annähernd erreicht werden. Die Senkung kommt vorzüglich durch den in dieser Periode besonders hohen Harn-N-Gehalt zu stande. In dieser Periode fällt aber auch der erste empfindliche Körpergewichtsverlust. Vielleicht, daß dieser, in das Zustandekommen der genannten Erscheinung hineinspielt. Schon in der folgenden Gerstenmehlperiode aber gleichen jedoch die beiden Harnquotienten denjenigen in den anderen Gerstenmehlperioden. Man kann also sagen, daß, abgesehen von der vierten Periode, die Periodenmittelwerte der Harnquotienten bei der Gerstenmehlnahrung sich außerordentlich ähnlich sind, daß sie aber durchgängig zweifellos höher als bei der Kaseinnahrung liegen. Das kommt in gleicher Weise auch im zweiten Versuch in Tabelle V und VI deutlich zum Ausdruck.

Weiterhin läßt sich feststellen, daß bei beiden Versuchen das Körpergewicht in der Kaseinperiode sehr konstant blieb, ja sogar eher eine Neigung zur Zunahme erkennen ließ, während in den Gerstenmehlperioden eine fortschreitende Körpergewichtssenkung eintrat. Dabei ist die Kalorienzahl für beide Futterarten praktisch gleich. Ebenso war bei beiden Nahrungsgemischen der Stickstoff-, Fett- und Kohlehydrat-, sowie der Vitamin- und Mineralstoffgehalt annähernd gleich oder sehr ähnlich. Die tägliche Nahrung

wurde immer quantitativ verzehrt. Man hat den Eindruck, daß die Ursache für die Körpergewichtssenkung in der qualitativen Unterschiedlichkeit des Gerstenmehles und des Kaseins zu suchen ist. Man muß aber auch an in ihrer Wirkung noch unbekannte Stoffe denken, die körpergewichtssenkend wirken könnten, beispielsweise toxische Einflüsse.

Da bei dem gewöhnlich dichten Zusammensitzen der Tiere im Käfig immer gewisse Harnverluste eingerechnet werden müssen, durch die zwar nicht die Harnmischung, wohl aber die absoluten Werte für die einzelnen Harnsubstanzen zu niedrig ausfallen können, wird auf die Aufstellung einer N-Bilanz verzichtet.

Die Trockenkotmenge zeigte immer im Anfang der Gerstenmehlfütterung eine kräftige Steigerung gegenüber der Kaseinperiode. Bei länger dauernder Fütterung verminderte sich aber wieder die Trockenkotmenge. Parallel mit dem An- oder Abstieg der Trockenkotmenge geht auch der absolute Kot-N-Wert. Wahrscheinlich handelt es sich bei dieser späteren Verminderung in der Trockenkotmenge um eine Adaptionserscheinung der Darmfuktion an die neue Ernährungsart.

Wir fragen uns zunächst, ob man als Ursache der Harnquotientensteigerung die Körperpassage einer in dem Gerstenmehl enthaltenen zwar resorbierbaren, aber unverbrennlichen Substanz annehmen kann.

In der zweiten Periode des ersten Versuches ist der Mittelwert für vO mit 1149,8 mg fast genau indentisch mit dem korrespondierenden Wert der Kaseinperiode, deren Harn-N-Wert aber wesentlich höher ist. Deshalb steigt vO/N von 1,59 in der Kaseinperiode auf 1,92 in der Gerstenmehlperiode. Hätte die Passage einer unverbrennlichen Substanz stattgefunden — mit dem Ziel der Quotientenerhöhung —, hätte unmöglich der vO-Wert unverändert bleiben und der N-Wert sinken können, da der N-Gehalt der Nahrung in beiden Perioden derselbe war.

In der 4. Periode des 1. Versuches tritt mit stärker sinkendem Körpergewicht fast eine N-Ausschüttung durch den Harn auf. Sie wird aber weitgehend kompensiert durch die Erhöhung des C- und vO-Wertes. So bleibt der Harnquotient gegenüber der Kaseinperiode immer noch erhöht. Dies alles weist auf Vorgänge im Ablauf des Zwischenstoffwechsels hin.

Im zweiten Versuch stellen wir in den Gerstenmehlperioden sinkende Werte fest für Vacat-O und N. C steigt in der ersten Gerstenmehlperiode unbedeutend an, sinkt in der zweiten Gerstenmehlperiode dafür umso stärker. Der Endeffekt aller dieser Verschiebungen ist aber eine auffallende Steigerung beider Quotienten

C/N und vO/N über beide Gerstenmehlperioden hin. Dieses ganze Verhalten kann wohl nur durch Umstellungen im Zwischenstoffwechsel bedingt sein.

Wir haben also allen Grund anzunehmen, daß die in den Gerstenperioden beobachteten Harnquotientenveränderungen intermediär bedingt sind.

Offen bleibt nur noch die Frage, wie weit an dieser Umstellung des Zwischenstoffwechsels der Einfluß der Eiweißqualität des Gerstenmehls beteiligt ist. Für die Ernährungspraxis ist es belanglos, welchen Anteil das Eiweiß an der beobachteten Erscheinung hat. Für jene genügte die Feststellung, daß bei der Ernährung mit Gerstenmehl die energetische Ausnützung des zur Verbrennung gelangenden Materials im Vergleich zu einer ähnlich zusammengesetzten Kaseinnahrung ungenügend ist.

## Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit wird zunächst eine Darstellung über Arten, Anbau, Verwertung und Wertschätzung der Gerste im Laufe der Geschichte und heute gegeben. Es folgt dann eine Beschreibung des morphologischen Aufbaues und der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Teile des Gerstenkornes. Dabei ist insbesondere auf den Enzym-, Vitamin- und Eiweißgehalt der Gerste und dessen Änderung bei verschieden hochgradiger Ausmahlung eingegangen worden. Endlich wird die biologische Wertigkeit der Gerste an Hand fremder und eigener Fütterungsversuche untersucht.

Diese Untersuchung, die sich auf den Einfluß des Gerstenmehles auf den Baustoff- und Betriebsstoff-Stoffwechsel erstreckt, läßt erkennen, daß die Gerste weit davon entfernt ist, ein biologisch hochwertiges Nahrungsmittel zu sein. Eine Verwendung der Gerste als Brotgetreide wird also nur in Notzeiten für die menschliche Ernährung gerechtfertigt sein.

Ich möchte nicht versäumen an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Bickel für die Anregung zu dieser Arbeit und für die Überlassung seines Laboratoriums ergebenst zu danken.

# Literatur.


1. Warburg, Otto: Die Pflanzenwelt, Leipzig 1926.
2. Koenicke, Fr.: Arten und Varitäten des Getreides, Berlin 1885, 192—220.
3. Schulz, August: Geschichte der kultivierten Getreide, Halle 1913.
4. Hintze: Geschichte der Geographie der menschlichen Ernährung.
5. Woenning, Franz: Die Pflanzen im alten Ägypten. Leipzig 1886.
6. Hrozny: Das Getreide im alten Babylonien, Berlin 1914.
7. Huber, Ernst: Bier und Bierbereitung der alten Hebräer, 1927.
8. Schiemann: Entstehung der Kulturpflanzen, Berlin 1932.
9. Much: Vorgeschichtliche Nähr- und Nutzpflanzen, Mitteilungen der Anthropolog.-Ges. in Wien, 38; 1908, 195.
10. Kulischer, Josef: Allgemeine Wirtschaftsgeschichte des Mittelalters und der Neuzeit, München, Berlin 1928.
11. Maurizio, A: Geschichte unserer Pflanzennahrung, Berlin 1927.
12. Kühl, Hugo: Auswertung des Brotgetreides. Landwirtschaftl. Versuchsstatistik 1936, 126.
13. Hahne: Getreideverwertung im Rahmen der Erzeugungsschlacht. Jahrbuch der Versuchs- und Lehranstalt für Brauereien in Berlin, XXV, 1935, 188—199.
14. Moeller, C. und Griebel: Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche. Berlin 1928, III. Aufl., 60.
15. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden.
    a Abteilung IV., Teil 8, I , Seite 13,
    b Abteilung IV., Teil 8, I , Seite 97,
    c Abteilung IV., Teil 8, II, Seite 1444.
16. Buschka, K. v.: Das Lebensmittelgewerbe, Leipzig 1918, Bd. III; 82, 106, 111, 137.
17. Neumann, M. P.: Brotgetreide und Brot, Berlin 1914, Verlag Paul Parrey.
18. König, J.: Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1903.
19. Beythien, A.: Handbuch der nahrungsmittelchemischen Untersuchungen, Leipzig 1914.
20. Prior: Stickstoffgehalt in Gerste und Malz, Zeitschrift für Bierbrauerei und Malzfabrikation, Wien XVIIII, 1904.
21. Horace, Brown T.: Transaction of the Guiness Research labortory, Zeitschrift: siehe 20, Nr. 30, 1904.
22. Johansen: Resume of Meddle, Karlsberg Lab. 1884, 60.
23. Kießling: Die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße der Gerste. Zeitschr. gesamt. Brauerwesen 38, 1815, 340—412.
24. Stocklasen, Julius: Das Brot der Zukunft, Zeitschr. f. Untersuchung und Genußmittel, Jena 1917.

25. Seidel: Gerstenprodukte, allgem. Deutsche Mühlenzeitung 1935 Nr. 51/52

26. Klein, G.: Handbuch der Pflanzenanalyse, Band 4, Wien 1932, Verlag Jul. Springer.

27. Leberle und Luers: Über Amoniak-Stickstoff in der Gerste, Zeitschrift 23 Nr. 37, 1914, 321—324.

28. Léger, E.: Über Hordenin ein neues Alkaloid aus Malzkeimen, Jour. Pharm., Chim. Nr. 23. Paris 1906, 177—181.

29. Rietschel v.: Zur Pharmakologie des Hordenins, klin. Wochenschrift Mai 1937. 20.

30. Jalowetz, E.: Die Verteilung des Stickstoffs in der Gerste. Allgem. Zeitschrift, siehe 20, Nr. 32, 1904. 259—60.

31. Pepper, Udo: Farbenanalytische Untersuchungen des Getreidekorns zu Demonstrationszwecken, Allgem. Zeitschrift (siehe 20) Nr. 29, 1930.

32. Täufel, K. und Rusch: Zur Kenntnis der Gerste und ihrer Mälzungsprodukte Zeitschrift f. Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1929, Nr. 21, Band 57, Seite 422—430.

33. Mann, Albert und Harlan, H. W.: Morphologie des Gerstenkorns, Wochenschrift Brauerei Nr. 34, 1917, Seite 199—218.

34. Nemec: Über Fermentwirkung. Biochemische Zeitschrift, Nr. 91, 1918, 126.

35. Jalowetz, E.: Zur Kenntnis der Enzyme der ungekeimten Gerste. Die Brau- und Malzindustrie Nr. 9, 1908, 178—183.

36. Schittenhelm, A. und Eisler, B.: Untersuchung über den Vitamingehalt von Gerstenkörnern. Chemisches Zentralblatt 1928, II, 2605.

37. Kraft, Wilhelm: Brot, Volksgesundheit und Nahrungsfreiheit, Dresden 1938, Müller'sche Verlagsbuchhandlung.

38. Osborne, Mendel: The nutritive value of the wheat kernel and its milling products. J. Biol. Chem. 1937, 557—601.

39. Cowgill, G. P.: The Vitamine B requirement of man. Jale University Press, New Haven 1934.

40. Burnet, E. und Aykroyd, W. R.: L'alimentation et l'hygiene puplique. Bulletin trimestrial de l'Organisation d'Hygiene 4, 1935, 337.

41. Harder A. und Ziva S. S.: Untersuchungen von Gerste, Malz und Bier auf Vitamin B und C. Biochemical Journ. 1925, Nr. 18, 1129—1132 (steht auch im Chemischen Zentralblatt 1925, I, 2574).

42. Scheunert, A.: a). Brotverteilung und Vitaminversorgung. Leib und Leben, Dresden 1938, Nr. 7, 134—135.
b). Zur Frage der Bedeutung von Mehl und Brot für die Deckung des Vitamin-B-Bedarfs. Die Ernährung, Leipzig 1926, Heft 2, 53.
c). Der Vitamingehalt der deutschen Nahrungsmittel, II. Teil, Mehl und Brot. Sammlung: Die Volksernährung II. Teil 1930, Springer-Berlin.

43. Rubner, M.: Die Verwertung des Roggens in ernährungsphysiologischer und landwirtschaftlicher Hinsicht, Berlin 1925, 5.

44. Kleimenhagen: Inaugural-Dissertation, Hamburg 1922, 1429.

45. Kestner, O.: Münchner med. Wochenschrift Nr. 40, 1922, 1429.

46. Pfannenstiel und Jusatz, J.: Die Prüfung von Vollkorn im Wachstumversuch. Forrog-Blätter (Zeitschrift der Forschungsgemeinschaft für Roggenbroternährung) 1936, 5.

47. Tyszka v.: Mediz. Welt, 1934, S. 1213.

48. Wirz, Fr.: Gesunde und gesicherte Volksernährung, Dresden 1938, Müller'sche Verlagsbuchhandlung.

49. Osborne Thomas, B. und Lafayette, B. Mendel: (Jale University New Haven). Nutritive Value of the barley, oat, reye and wheat kernels. Journal of biology. Chemistry 1920, Band 41, 275—306.

50. Bickel, Adolf: Die Brotnahrung des deutschen Volkes und seines Heeres in der Wirkung der Eiweiße auf die Energetik des Zwischenstoffwechsels, Basel 1938. Verlag B. Schwabe. Ferner: Deutsche medizinische Wochenschrift 1937 (50), S. 1870.

51. Schall: Nahrungsmittel-Tabellen, Berlin, Leipzig 1935, XI. Auflage.

**Ferner wurden berücksichtigt:**

52. Schmorl, K.: Bewertung des Brotgetreides, Deutscher Müller, Leipzig 1937, 73. Jahrgang, 313.

53. Honecker, L.: Stellung des Getreides in der Erzeugungsschlacht mit Berücksichtigung der Braugerste. Praktische Blätter der bayer. Landesanstalt für Pflanzenbau und -Schutz. XIV. 325—342.

54. Weitzel, W.: Biologische Nährstoffe der Getreidearten, Fortschritt der Medizin. 1937, 55. Jahrgang, 361—364.

55. Schwanitz, Schwarze, P.: Die physiologischen Grundlagen für die Züchtung von ertrags- und eiweißreichen Sorten bei unseren Getreidearten. Deutsche landwirtschaftliche Rundschau (jetzt: Forschungsdienst) 1937, IV, Sonderheft 5—6, 19—31.

56. Brockmann, H.: Erfolge der Erzeugungsschlacht auf dem Gebiete Brotgetreide. Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst. Berlin-Dahlem, VI—VIII, 1937, S. 599.

57. Schulz, M. und Euwens, F.: Nahrkasein, Deutsche Molkereizeitung, 1937, 58. Jahrgang, 1589—1593.

58. Buttenschön, H.: Herstellung und Verwertung von Kasein, Molkereizeitung Hildesheim, 1937, 51. Jahrgang (Käseindustrie 1937, X, Seite 38).

59. Kretschmer, K.: Die Herstellung von Kasein, Milchwirtschaftliche Mitteilungen für die Tschechoslowakische Republik Friedland 1937, 7. Jahrg.

60. Bergh, Kurt: Die Getreideversorgung Europas, Berlin La. H., Diss. v. 14. 6. 1934.

61. Pflugmacher, Bernhard: Über den Mineralstoffgehalt deutscher Futtermittel, analytische Ergebnisse an Gerste und Hafer. Springer-Berlin, 1933.

62. Roemer, Th.: Erhöhung des Eiweißgehaltes der Futtergerste. Forschungsdienst IV, 1937, Sonderheft 5—6, 1937, Sonderheft 8, 1938.

63. Finks, H. und Kunisch, G.: Zusammensetzung des Gerstenstickstoffgehaltes verschiedener Brau-Gerstensorten, ihre Veränderung beim Reifen und Keimen und ihre Bedeutung für den Eiweißlösungsgrad, Wochenschrift für Brauerei, Berlin 1937, 54. Jahrgang.

64. Nielsen: Stickstoffgehalt einzelner Gerstenkörner. Der sächsische Bauer (jetzt: Wochenblatt der Landesbauernschaft Sachsen), Dresden 1937.

65. Pröpsting, Walter: Über den Einfluß mineralischer Düngung auf Beschaffenheit und Stickstoffhaushalt des Gerstenkorns. Angewandte Botanik, Band 18, Heft 4—5. Berlin La, H., Diss. 8. 12. 1936.

66. Strohmeyer, Eberhard: Die Bedeutung der Kaseinherstellung für Deutschland, Berlin La. H., Diss. v. 30. 11. 1934.

67. Beuion, E. B.: Eine Untersuchung über die Aleuronenzellen von Cerealien.

68. Stepp-Kuhnau, Schröder: Die Vitamine. Verlag F. Enke, 1936.

69. Lecog: Les vitamins B dans leurs rapports avec les glucides, les proteides et les lipoides du régime. Paris, Vigot Frêres 1934.

70. Martin-Robinson: The biological valvue of head protein. Biochem Jahrgang 20, 320—334.

71. Müller: Pain et carences alimentaires, Re. Suisse, d.'Hyg. Nr. 3, 1934.

72. Hindhede: The biological valvue of bread protein.

73. Jung: Über den Vitaminbedarf des Menschen und die Möglichkeit seiner Deckung. Schweizer med. Wochenschrift Nr. 19, 1932.

74. Kstner, O. und Knipping: Die Ernährung des Menschen. Berlin 1928, III. Auflage.

75. Neumann, R. O.: Die im Kriege 1914—18 verwendete und zur Verwendung empfohlenen Brote, Brotersatze und Streckmittel. Berlin 1920.

76. Nikitin, A.: Die chemische Zusammensetzung und der Nährwert der Gerste und ihrer Produkte. Brot: 1900, 3, 694.

77. Gaßner, G.: Mikroskopische Untersuchungen pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel, Jena 1931.

78. Seyffert: Die Gerbstoffe des Gerstenkorns. Wochenschrift für Brauerei, 1904, 21, Seite 483—485.

79. König, J.: Die Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe, 1923, I. Band, V. Auflage.

## Lebenslauf.

Am 2. Dezember 1912 wurde ich als zweiter Sohn des Facharztes für Hals-, Nasen- und Ohrenleiden Dr. Ludwig Schopp und seiner Ehefrau Emma, geb. Porth, zu Worms geboren. Ich besuchte dort die Oberrealschule und legte 1932 die Reifeprüfung ab.

Mein medizinisches Studium führte mich nach Genf, Heidelberg, München und Berlin, wo ich am 2. November 1937 das medizinische Staatsexamen bestand. Am 1. April 1934 trat ich als Fahnenjunker im Sanitätskorps in das Heer ein. Nach bestandenem Staatsexamen wurde ich in das Standortlazaret Würzburg kommandiert, wo ich hauptsächlich auf der Abteilung für innere und Hals-, Nasen- und Ohrenleiden als Medizinalpraktikant arbeitete. Im November 1938 erhielt ich meine Zulassung als Arzt und die Beförderung zum Assistenzarzt.